

VŠB-TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA
HORNICKO-GEOLOGICKÁ FAKULTA
Institut environmentálního inženýrství

Chemické složení splachů z komunikací v Ostravě

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Autor práce: David Bagar

Vedoucí práce: prof. Ing. Helena Raclavská, CSc.

Ostrava 2014

VŠB – TECHNICAL UNIVERSITY OF OSTRAVA
FACULTY OF MINING AND GEOLOGY
Institute of environmental engineering

Hydrochemistry of stormwaters
in Ostrava

BACHELOR THESIS

Author: David Bagar

Supervisor: prof. Ing. Helena Raclavská, CSc.

Ostrava 2014

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Hornicko-geologická fakulta
Institut environmentálního inženýrství

Zadání bakalářské práce

Student:

David Bagar

Studijní program:

B2102 Nerostné suroviny

Studijní obor:

3904R005 Environmentální inženýrství

Téma:

Chemické složení splachů z komunikací v Ostravě
Hydrochemistry of stormwaters in Ostrava

Zásady pro vypracování:

1. Úvod a cíl práce
2. Základní charakteristika oblasti (klimatické podmínky, srážky, geomorfologie, průmyslová činnost).
3. Systém odtoku srážkových vod ve městě.
 - 3.1 Požadavky na kvalitu vod v kanalizačním systému.
 - 3.2 Chemické složení srážkových vod v Ostravě
4. Vliv posypového materiálu na složení splachů z komunikací.
5. Metodika odběru vzorků splachů z komunikací.
6. Chemické složení splachů z komunikací v zimním a letním období
7. Diskuze a závěr

Seznam doporučené odborné literatury:

Newman A.P., Aitken D., Antizar-Ladislao B. (2013): Stormwater quality performance of a macro-pervious pavement car park installation equipped with channel drain based oil and silt retention devices. Water Research. In press.

Stránský D. (2012): Srážkové vody a urbanizace krajiny. Česká komora autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě. ČKAIT.

Municipal stormwater regulativ program. New Jersey Department of Environmental Protection. 2010 Status Summary Report.

http://www.state.nj.us/dep/dwq/pdf/2010_msrp_summary_report.pdf

Šeda S. (2013): Srážkové a šedé vody aneb „colors of water“. Sborník ASIO, leden 2013. Dostupné z <http://www.asio.cz/cz/189.hydrogeologicke-minimum-pro-projekci-a-povolovani-zasakovani-srazkovych-n-ebo-odpadnich-vod-do-vod-podzemnich-prostrednictvim-pudnich-vrstev>

Yuen J.O., Olin P.H., Lim H.S., Benner S.G., Sutherland R.A., Ziegler A.D. (2012): Accumulation of potentially toxic elements in road deposited sediments in residential and light industrial neighborhoods of Singapore. Journal of Environmental Management. V.101, 151-163.

Voženilek V. (2007): Atlas podnebí Česka. Univerzita Palackého v Olomouci.

Znečištění ovzduší a atmosférická depozice v datech, Česká republika, 2012. Ročenka ČHMI

http://www.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/tab_roc/2012_enh/index_CZ.html

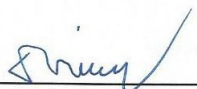
<http://www.pvk.cz/odvadeni-srazkovych-vod-kanalizaci-pro-verejnou-potrebu.html>

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **prof. Ing. Helena Raclavská, CSc.**

Datum zadání: 31.10.2013

Datum odevzdání: 30.04.2014



prof. Ing. Vojtech Dirner, CSc.
vedoucí institutu



prof. Ing. Vladimír Slivka, CSc., dr.h.c.
děkan fakulty

Prohlášení

- Celou bakalářskou práci včetně příloh, jsem vypracoval samostatně a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.
- Byl jsem seznámen s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č.121/2000 Sb. - autorský zákon, zejména § 35 – využití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a využití díla školního a § 60 – školní dílo.
- Beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně, ke své vnitřní potřebě, bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3).
- Souhlasím s tím, že jeden výtisk bakalářské práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB-TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o bakalářské práci, obsažené v Záznamu o závěrečné práci, umístěném v příloze mé bakalářské práce, budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- Bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu o komerční využití z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- Bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu komerčnímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).

V Ostravě dne 30.4.2014

.....
David Bagar

Poděkování: Touto cestou bych chtěl poděkovat své vedoucí, paní prof. Ing. Heleně Raclavské, CSc. za vedení, poskytnutí spousty materiálů, trpělivost a celkovou pomoc.

Abstrakt

Téma mé bakalářské práce se zabývá chemickým složením splachů na komunikacích města Ostravy. Tyto prvky byly odebrány na 42 místech města Ostravy. V práci porovnávám koncentrace látek a stopových prvků, přesněji se zaměřuji na ty které přesáhly práh anomálie.

Klíčová slova:

Srážkové vody, splachy, posypový materiál, dešťová kanalizace, vsakování dešťové vody.

Abstract

The topic of my bachelor thesis deals with the chemical composition of runoff on roads in Ostrava. These elements were taken at 42 locations in Ostrava. In this work I compare the concentrations of trace elements and, more specifically, it focuses on those who exceeded the threshold anomaly.

Keywords:

Rainwater, runoff of rain, grit, sewerage, infiltration of rain.

Obsah

1. Úvod a cíl práce	1
2. Základní charakteristika oblasti (klimatické podmínky, srážky, geomorfologie, průmyslová činnost).....	2
Klimatické podmínky	3
3. Systém odtoku srážkových vod ve městě.	4
Odvádění dešťovou kanalizací	4
Vsakování	7
Retence srážkových vod	9
Odpařování z volné hladiny.....	10
Odpařování z vegetační střechy.....	10
3.1 Požadavky na kvalitu vod v kanalizačním systému.	11
Legislativa	15
3.2 Chemické složení srážkových vod v Ostravě.....	15
4. Vliv posypového materiálu na složení splachů z komunikací.....	17
Inertní posyp.....	17
Chemický posyp.....	17
5. Metodika odběru vzorků splachů z komunikací.	20
6. Chemické složení splachů z komunikací v zimním a letním období.....	21
Zhodnocení výsledků	38
Závěr	40
Seznam použité literatury	41
Seznam použitých tabulek	44
Seznam tabulek	44
Seznam použitých obrázků	45
Seznam obrázků	45

Seznam zkratk

ČR	Česká republika
NPP	Národní přírodní památka
PR	Přírodní rezervace
PP	Přírodní památka
CHKO	Chráněná krajinná oblast
NaCl	Chlorid sodný
CMA	Octan vápenato-hořečnatý
USA	Spojené státy americké
ČOV	Čistírny odpadních vod
CO ₂	Oxid uhličitý
SO ₂	Oxid siřičitý

1. Úvod a cíl práce

V mé práci se zabývám chemickým složením splachových vod, které byly odebrány v kanalizační síti města Ostravy, a to celkem na 43 místech ve dvou rozdílných roční obdobích(léto,zima). Odebrané vzorky srovnávám s přípustnými limity: nařízení vlády č. 61/2003 Sb., o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod a rovněž i s kanalizačním řádem. Také jsem do grafu zaznamenal abnormální hodnoty u každého odebraného vzorku. V rešeršní části jsem se zaměřil na různé druhy posypového materiálu a hlavně také na nakládání se srážkovými vodami. Což je v dnešní době velice aktuální téma a měli bychom se jím více zabývat.

Cílem práce je tedy zjistit, které prvky překračují přípustné limity a snažit se přijít na důvod tohoto zvýšení.

2. Základní charakteristika oblasti (klimatické podmínky, srážky, geomorfologie, průmyslová činnost).

Charakteristika Ostravy

Město Ostrava se nachází ve východní části České republiky v Moravskoslezském kraji. Ostrava je hraničním městem mezi Moravou a Slezskem.[1]

Ostrava je důležitým průmyslovým a sídelním centrem. Počtem obyvatel, který je přes 300 tisíc, i rozlohou(214km²) patří Ostrava na třetí příčku měst České republiky. Ostrava je významná i svou strategickou polohou, nachází se blízko hranice s Polskem i Slovenskem. Hlavní moment rozvoje města započal objevením kvalitního černého uhlí. To mělo za následek vytvoření železáren, hutí i nemalého počtu černouhelných dolů. Čím více se v Ostravě rozrůstal průmysl, tím větší měl dopad na životní prostředí, zvláště pak na ovzduší. Ostrava byla jedním z nejhůře postižených míst České republiky. Vlivem ukončení těžby a restrukturalizace průmyslu dochází k výraznému zlepšování ovzduší i životních podmínek v kraji, přesto je ale stále Ostrava nejzamořenější oblastí České republiky v koncentraci prachových částic a ve výskytu nebezpečného benzopyrenu v ovzduší.[2]

Z hlediska geomorfologie se na území města schází fundament Českého masivu, který je vyplněn sedimenty miocénu. Ostravou protékají také čtyři řeky, nejvýznamnější z nich je Odra, která ústí až do Baltského moře. Zbylé řeky Ostravice, Opava a Lučina tvoří pouze přítoky Odry. Ostrava se tudíž nachází na hydrologickém uzlu říční sítě řeky Odry. Ve druhé polovině 20. století se začaly budovat údolní nádrže Šance, Kružberk a Morávka, jejímž propojením vznikla první vodárenská soustava v ČR. Tyto nádrže vznikaly z důvodu rostoucího počtu obyvatel a zároveň bylo potřeba dostatku vody pro průmysl. Nachází se zde také zdroj podzemní vody, jež je například v Nové vsi. Na území města Ostravy jsou také zvláště chráněná území, například: NNP Landek, PR Rezavka, PR Štěpán, PP Turkov, PR Polanský les, CHKO Poodří. Každé z těchto míst má velkou rozmanitost biotopů. [1]

Klimatické podmínky

V Moravskoslezském kraji převládá kontinentální typ podnebí, tudíž je zde počasí velice proměnlivé. Podíl na tom bezpochyby má nadmořská výška Beskyd z východu a otevřenost severních a jižních oblastí proudění vzduchu. Podnebí ovlivňují v kraji nejen přírodní vlivy, ale velkou měrou i člověk svými antropogenními zásahy. Ve srovnání s okolím jsou průmyslové a městské oblasti teplejší, ale zároveň dochází ke snížení vlhkosti, což má vliv na snížení počtu dní se sněžením či dnů se sněhovou pokrývkou. Ostrava patří do mírně teplé oblasti MT10. [1]

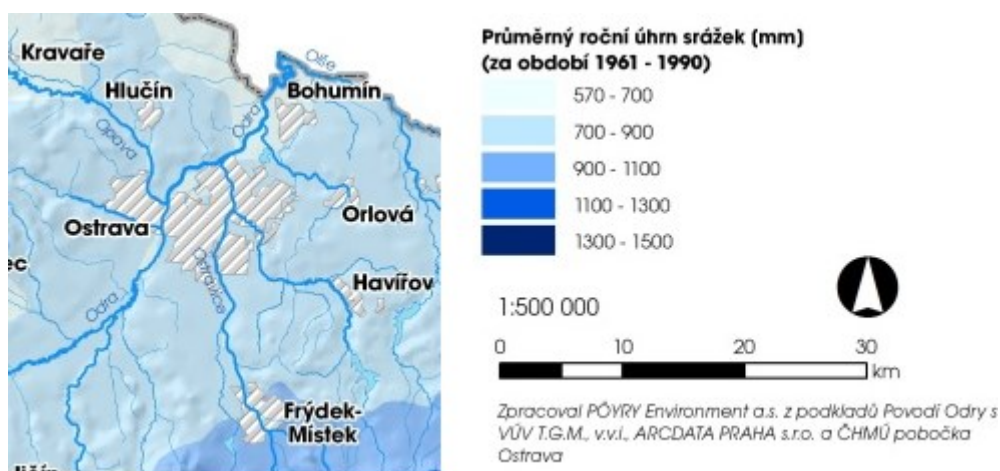
Průměrná roční teplota vzduchu je 8-9°C. V létě je to v průměru 15-16°C v zimě naopak 0-1°C

Tabulka 1: Průměrné teploty vzduchu [1]

Průměrná roční teplota vzduch	8-9°C
Průměrná sezonní teplota vzduchu- Léto	15-16°C
Průměrná sezonní teplota vzduchu- Zima	0-1°C
Průměr ročních maxim teplot vzduchu	32-33°C

Tabulka 2: Průměrné úhrny srážek [1]

Průměrný roční úhrn srážek	700-800mm
Průměrný sezónní úhrn srážek-Léto	250-300mm
Průměrný sezónní úhrn srážek-Zima	100-125mm
Průměrná roční maxima denních úhrnů srážek	40-45mm



Obrázek 1: Průměrný roční úhrn srážek [1]

3. Systém odtoku srážkových vod ve městě.

Jednou z původních funkcí městského odvodnění byla ochrana města a polí před srážkovými vodami, či jejich odtokem. Nejčastěji se to řešilo odvedením těchto vod mimo město potrubím společným jak pro splašky, tak i pro srážky. Dnes je těchto způsobů odvedení vody několik. [3]

Dešťovou vodu je možno nechat vsakovat nebo akumulovat pro další využití. Při akumulaci se nesmí opomenout na oddělení od rozvodu s vodou pitnou. Dříve běžně užívané odvádění dešťové vody kanalizací, je v dnešní době využíváno pouze v případě, že není možná akumulace ani vsak. Podmínkou při každé žádosti o stavební povolení či povolení změn stavby, je také vyřešení nakládání se srážkovou vodou. [4]

Urbanizace má v uplynulých desetiletích za následek rychlý nárůst nepropustných ploch, jako jsou střechy, náměstí, parkoviště a komunikace. Vzhledem ke klesajícímu prostoru pro proniknutí srážkové vody na zemský povrch, tato změna významně ovlivňuje hydrologické charakteristiky dešťového odtoku a snižuje kvalitu vody. [5] [6]

Postupem času se objevily některé hlavní problémy, jako jsou: městské záplavy, snížení hladiny podzemních vod a znečištění povrchových vod. Velké množství znečišťujících látek, včetně olejů, toxických látek z automobilů a těžkých kovů jsou nesený dešťovým odtokem z nepropustných povrchů během srážkových událostí a jsou tedy vypouštěny do blízkosti vodních ekosystémů bez jakékoliv úpravy. [6] [7]

Odvádění dešťovou kanalizací

Odvod dešťovou kanalizací, je nejčastější způsob nakládání se srážkovými vodami ve městech a jejich okolí. Je to přímé napojení srážek svedených na kanalizační přípojku, kdy veškerá spadená dešťová voda neprodleně odtéká kanalizací pryč z místa spadu do vodoteče. Kanalizační přípojka se dimenzuje podle intenzity deště v dané oblasti, odvodňované plochy a druhu použité krytiny tak, aby stačila odvádět veškerou vodu. Tento způsob likvidace dešťových vod je známý již z doby 2 600 let před naším letopočtem. [8]

Splašková kanalizace je určena pouze k odvádění splaškové vody. Do této kanalizace nesmí být odváděny vody srážkové. Napojení srážkových vod by způsobovalo přehlcení splaškové kanalizace, ta ale není vytvořena pro tak velké množství vody a proto by docházelo k zatopování níže ležících oblastí či nemovitostí.

Dešťová kanalizace její funkce je pouze odvod srážkových vod ze střech, komunikací, také ale z chodníků a jiných zpevněných ploch. Zaústění splaškových vod je nepřipustné a může mít nepříznivé vlivy na životní prostředí. [9]

Kanalizační systém je tvořen potrubní sítí a také technickými instalacemi. Tento kanalizační systém dopravuje odpadní a přívalovou vodu nasbíranou z více než jednoho zdroje do čistírny odpadních vod nebo k příjemcům těchto vod.

Jsou známy dva druhy kanalizačních systémů a to buď kombinovaný nebo oddělený. Kombinovaný kanalizační systém přepravuje jak splaškovou odpadní vodu, tak i přívalovou vodu stejným potrubím. Oddělený kanalizační systém naopak dopravuje každou zvlášť. Tato rozvětvená kanalizační síť je dále dělena do menších kanálů. Jsou to postranní, sběrný, kmenový a záchytný kanál. [10]

1) Postranní kanál

Jedná se o potrubí, které přijímá odpadní či srážkovou vodu z obytných, komerčních nebo průmyslových staveb a poté je vypouští do veřejné sběrné kanalizace.

2) Sběrný kanál

Jedná se o potrubí, které přijímá odpadní či srážkovou vodu z jedné nebo více postranních kanalizací nebo jiných rozvětvených potrubí.

3) Kmenový kanál

Je to hlavní kanál, který soustřeďuje vodu ze dvou či více sběrných kanálů.

4) Záchytný kanál

Je to kanál, který přijímá odpadní vodu z mnoha sběrných a vzájemně oddělených kmenových kanálů a specificky řízených množství odpadních vod z kombinovaných kanalizací pomocí rozváděcích struktur a přivádí tuto odpadní vodu do místa čištění nebo jiného využití.

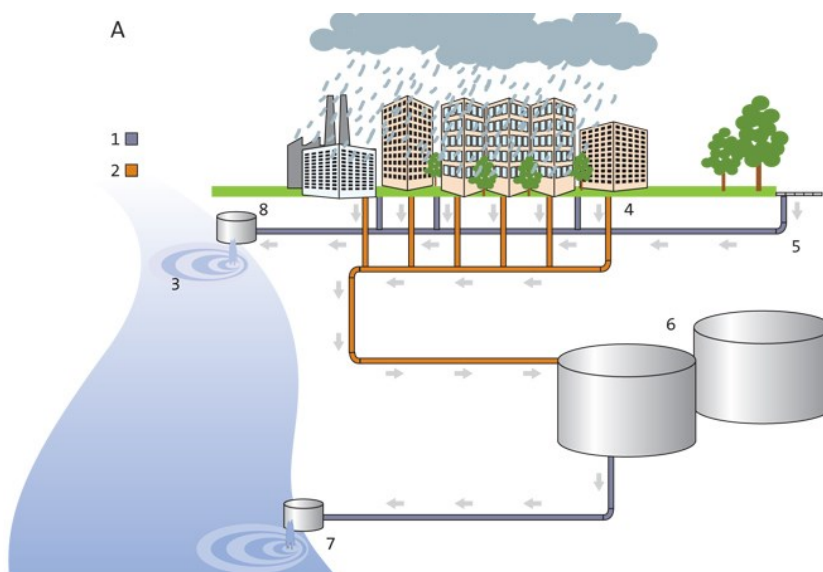
Odpadní voda může být kanalizačním systémem dopravována buď pomocí gravitace nebo čerpáním:

Gravitační rozvaděč

Průtok vzniká v důsledku gravitační síly a potrubí je obvykle navrženo tak, aby pracovalo částečně zaplněné.

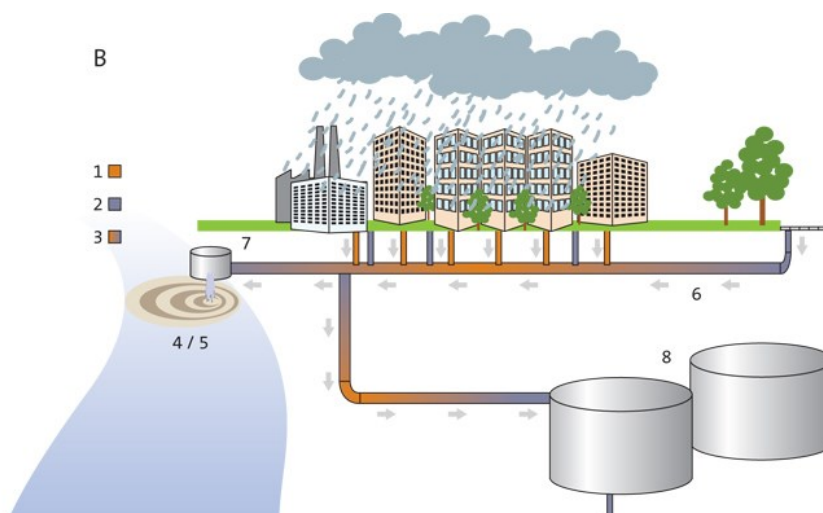
Stoupací vedení

Stoupací potrubí se používá k dopravě splaškových odpadních vod tam, kde je nemožné nebo nepraktické využití gravitačního spádu. [10]



Obrázek 2: Oddělený splaškový a srážkový kanalizační systém [2]

- | | |
|------------------------------|---------------------------|
| 1. Splaškové odpadní vody | 5. Srážková kanalizace |
| 2. Odtok přívalové vody | 6. Čistírna odpadních vod |
| 3. Vypouštění přívalové vody | 7. Vyčištěná odpadní voda |
| 4. Splašková kanalizace | 8. Konstrukce přetoku |



Obrázek 3: Kombinovaný kanalizační systém [2]

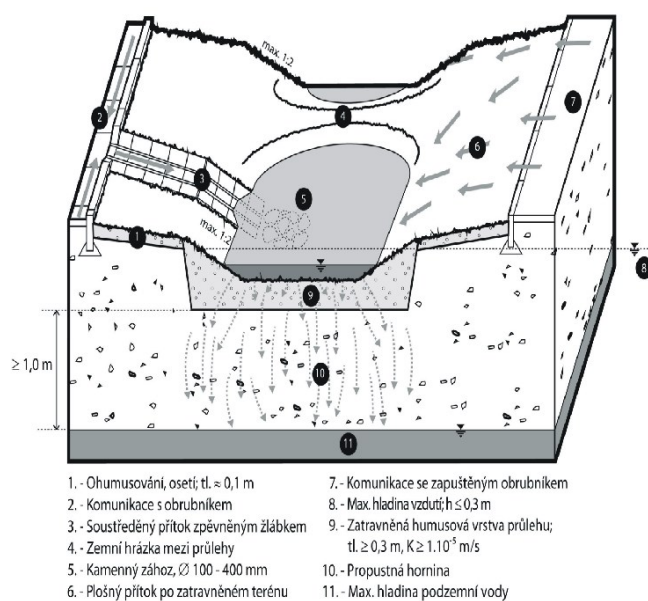
- | | |
|---|---------------------------|
| 1. Splaškový odpad | 6. Kombinovaná kanalizace |
| 2. Srážkový odtok | 7. Konstrukce přetoku |
| 3. Kombinace splaškového odpadu a srážkového odtoku | 8. Čistírna odpadních vod |
| 4. Za suchého počasí bez přetoku | 9. Vyčištěná odpadní voda |
| 5. Přetok při ve dnech se srážkovou činností | |

Vsakování- Technická řešení pro vsakování srážek vyžadují nejen vhodné geologické podmínky ale také bezpochyby dostatek volného prostoru. Je to hlavně kvůli vyšší účinnosti, která je dána filtrací vody přes vegetační pokryv. Pokud vsakování umožní okolní podmínky, tak je nejvhodnějším a bezproblémovým způsobem naložení s dešťovou vodou.

Používáme tři druhy vsakování dešťové vody, a to jsou: vsakování povrchové, podzemní vsakování a vsakování kombinované. [3] [8]

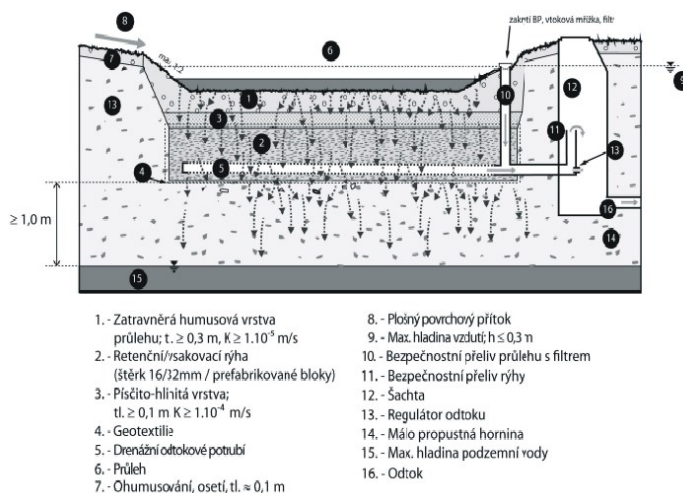
Plošné vsakování-odtok srážek je odváděn bez retence nebo jsou srážky přímo vsakovány díky upravenému povrchu, přítok probíhá z okolních zpevněných ploch. Navrhují se jako plochy které mají zatravněnou humusovou vrstvu, také to bývají dlažby s mezerami. [3] [11]

Vsakovací průleh-mělce tvarovaná, zatravněná prohlubeň s humusovou vrstvou. V průlehu dochází pouze ke krátkodobé retenci vody jelikož delší setrvání vody snižuje vsakovací schopnost. Svahy průlehu jsou navrhovány ve sklonu 1:3 a je doporučeno zadržovat vodu o hloubce maximálně 30cm. Přívod vody do průlehu je preferován přes zatravněnou plochu. Průlehy bývají navrhovány jako liniové stavby a měly by být rozděleny na větší počet částí malými přehrazeními. [3] [11] [12] (viz obrázek příloha)



Obrázek 4: Vsakovací průleh s povrchovým přílivem vody[3]

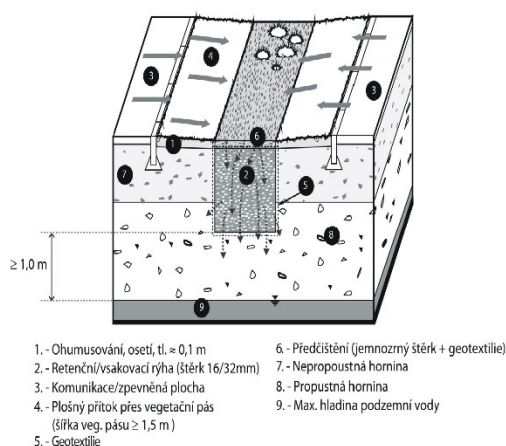
Vsakovací průleh-rýha-složení zatravněného průlehu společně s rýhou, která je vyplněna štěrkovým materiálem. Rýha je umístěna pod průlehem. Jsou to dva samostatné retenční prostory a každý z nich má svůj vlastní režim plnění či vyprazdňování. Velikost štěrkových zrn by měla být větší než 16mm ne však větší než 32mm. U regulovaného vsakovacího zařízení průleh-rýha je z rýhy voda odváděna drenážní rourou a na jejím konci leží regulátor odtoku. [3] [11] [12]



Obrázek 5:Vsakovací průleh-rýha v horninovém prostředí s nedostatečným vsakovacím výkonem[3]

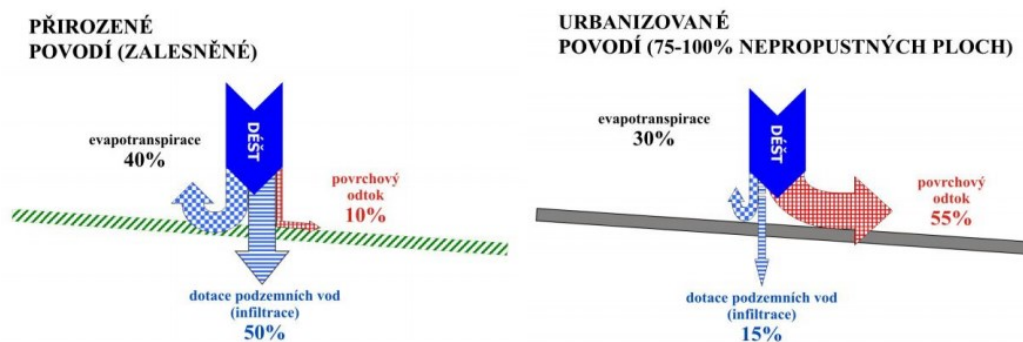
Vsakovací nádrž- má výraznou retenční funkci, vsakuje přes humusovou plochu která je zatravněná. Sklon by neměl přesahovat hranici 1:4 z důvodu bezpečnosti pohybu v tomto místě. Hladina by zase neměla být hlubší než 2 metry a spodní hranice je 30cm. Nejčastěji se tento způsob používá u velkých pozemků. Opět je vhodné opevnění svahů v místě kde přívod zaustěuje. [3] [11] [12]

Vsakovací rýha- hloubené liniové vsakovací zařízení. Toto zařízení je vyplněno štěrkem a používá se převážně pro málo znečištěné zpevněné plochy. Přítok může být vyřešen opět přes travní pás nebo podpovrchovým přívodem. Při vsakování by neměla v toku chybět kalová jímka. Pro ochranu tohoto zařízení je vhodná svrchní filtrační vrstva či geotextilie. [3] [11] [12]



Obrázek 6: Vsakovací rýha s povrchovým plošným přítokem[3]

Vsakovací šachta- je vhodná k bodovému vsakování ale pouze za určitých podmínek a také jen u některých odvodňovacích ploch. Když se očekává velké množství odfiltrovatelných částic, je vhodné vybavit šachtu kalovou jámkou. [3] [11]



Obrázek 7: Dopad srážek na zemský povrch [4]

Retence srážkových vod

Tyto nádrže jsou buď povrchové nebo podzemní a liší se ve způsobu plnění a prázdnění. Majoritní jsou převážně povrchové objekty které ale potřebují více prostoru, zároveň však mají funkci estetickou. Hlavní výhoda je ale ta, že zlepšují mikroklima vypařenou vodou z její hladiny. Podzemní nádrže jsou budovány jako šachty nebo betonové konstrukce. Na rozdíl od povrchových nezabírají místo na pozemku, ale neplní další potřebné funkce. [3]

Odpařování z volné hladiny

U tohoto způsobu hospodaření s dešťovou vodou je nejdůležitější dostatečně velká plocha a také vhodné místo, kde by se mohla vytvořit vodní nádrž. Dešťová voda je odváděna do vodní nádrže, ta ovšem musí být izolována od podložní vrstvy hydroizolací. Tato nádrž musí být připravena na kolísání hladiny, je to především kvůli obdobím bez srážek nebo naopak obdobím, kdy je srážek více. Je důležité jeho rozměry určovat podle objemu odpařené vody za rok. Důležité je taky sledovat kvalitu vody, stojatá voda je vlivem slunečního záření znehodnocena. U menších zahradních nádrží je doporučováno utvořit přepad do vsaku. Větší nádrže můžou zase sloužit pro potřeby lidí (zalévání, splachování, atd.). Tento způsob odpařování je šetrný k přírodě a navíc opět zlepšuje mikroklima, jelikož se všechna odpařená voda vrací do ovzduší. [8]

Během deště nemá výpar téměř žádný vliv na tvorbu povrchového odtoku, hraje však významnou roli během dešťových přestávek a rovněž ovlivňuje podmínky v povodí během následujícího deště. Pro výpočet výparu je několik empirických rovnic. Nejčastěji se vyjadřuje hodnota výparu za jeden den. Ve střední Evropě se tato hodnota pohybuje mez 1 až 3mm/den. [13]

Odpařování z vegetační střechy

Tyto střechy se dělí podle šířky jejich půdní vrstvy. První z nich je extenzivní, ta má tloušťku 3-15cm. (Viz. Obr.č.8) Intenzivní jsou ty, jejichž půdní vrstva překračuje tloušťku 15cm. Tato střecha je klasickou jednoplášťovou střechou, která má navíc vrstvy, které zabraňují prorůstání kořenů. Také na nich nesmí chybět vrstva humusová kvůli růstu rostlin. Při větších hloubkách půdní vrstvy je možno na střeše pěstovat také stromy a keře. Odtok se sníží až na 90% přijaté srážkové vody, převážně tedy v letních obdobích. Jsou i případy zelených střech které nemají odtok žádný a všechna voda se vypaří zpět do ovzduší, či je pohlcena půdním systémem. Problém hospodaření s dešťovou vodou byl v tomto případě prakticky eliminován, jelikož se nám snížil na 0-20% oproti ostatním střechám. Tato odpařená voda je vyhovující pro všechna kritéria, jakými jsou: odtok do kanalizace, přetížení vodního toku, návrat do malého vodního oběhu. [8] [14]

Tyto vegetační střechy jsou také účinnou jímkou pro kovy, jako jsou železo, olovo a zinek. Dochází k hromadění těchto těžkých kovů v horní části půdy. Testování

prokázalo, že průměrná koncentrace zinku, železa a olova byla větší v samotné dešťové vodě než v následném odtoku z této vegetační střechy. [15] [16]



Obrázek 8: Zelené, vegetační střechy[5]

3.1 Požadavky na kvalitu vod v kanalizačním systému.

Z kanalizačního řádu pro veřejnou potřebu statutárního města Ostravy, vyplývá seznam látek, které nejsou odpadními vodami a jejímž vniknutím do kanalizace musí být zabráněno.

Do kanalizace nesmí vniknout tyto látky:

- a) radioaktivní, infekční a jiné, ohrožující zdraví nebo bezpečnost obsluhovateli stokové sítě, popřípadě obyvatelstva nebo způsobující nadměrný zápach,
- b) narušující materiál stokové sítě nebo čistírny odpadních vod,
- c) způsobující provozní závady nebo poruchy v průtoku stokové sítě nebo ohrožující provoz čistírny odpadních vod,
- d) hořlavé, výbušné, popřípadě látky, které smísením se vzduchem nebo vodou tvoří výbušné, dusivé nebo otravné směsi,
- e) jinak nezávadné, ale které smísením s jinými látkami, které se mohou v kanalizaci vyskytnout, vyvíjejí jedovaté látky,
- f) pesticidy, jedy, omamné látky a žiraviny,
- g) kaly z čistíren, úpraven a z předčisticích zařízení.
- h) soli, použité v údobí zimní údržby komunikací, v množství přesahujícím 300 mg v jednom litru vody. [17]

Zvlášť nebezpečné látky

Odpadní vody s přívlastkem zvlášť nebezpečné je možno vypouštět do kanalizace pouze s příslušným povolením vodoprávního úřadu.

- a) organohalogenové sloučeniny a látky, které mohou tvořit takové sloučeniny ve vodním prostředí,
- b) organofosforové sloučeniny,
- c) organocínové sloučeniny,
- d) látky vykazující karcinogenní, mutagenní nebo teratogenní vlastnosti ve vodním prostředí nebo jeho vlivem,
- e) rtuť a její sloučeniny,
- f) kadmium a jeho sloučeniny,
- g) persistentní minerální oleje a uhlovodíky ropného původu,
- h) persistentní syntetické látky, které se mohou vznášet, zůstávat v suspenzi nebo klesnout ke dnu a které mohou zasahovat do jakéhokoliv užívání vod,
- i) kyanidy. [17]

Podle Směrnice 2000/60/ES Evropského parlamentu a Rady z 23. října 2000 ustavující rámec pro činnost Společenství v oblasti vodní politiky podle Rámcové směrnice a Směrnice o nebezpečných látkách v povrchových vodách by se prioritní a nebezpečné látky neměly v útvaru povrchových vod vyskytovat vůbec. [18]

Nebezpečné látky. a) Metaloidy, kovy a jejich sloučeniny: zinek, selen, cín, vanad, měď, arzen, baryum, kobalt, nikl, antimon, berylium, thalium, chrom, molybden, bor, telur, olovo, titan, uran, stříbro.

- b) Biocidy a jejich deriváty neuvedené v seznamu zvlášť nebezpečných látek.
- c) Látky, které mají škodlivý účinek na chuť nebo na vůni produktů pro lidskou potřebu pocházející z vodního prostředí, a sloučeniny mající schopnost zvýšit obsah těchto látek ve vodách.
- d) Toxické nebo persistentní organické sloučeniny křemíku a látky, které mohou zvýšit obsah těchto sloučenin ve vodách, vyjma těch, jež jsou biologicky neškodné nebo se rychle přeměňující ve vodě na neškodné látky.
- e) Anorganické sloučeniny fosforu nebo elementárního fosforu.
- f) Nepersistentní minerální oleje a uhlovodíky ropného původu.
- g) Fluoridy.

- h) Látky, které mají nepříznivý účinek na kyslíkovou rovnováhu, zejména amonné soli a dusitany.
- i) Silážní šťávy, průmyslová a statková hnojiva a jejich tekuté složky, aerobně stabilizované komposty. [17]

Tabulka 3: Přípustné limity znečištění vod vypouštěných do kanalizace pro veřejnou potřebu Ostrava [2]

Ukazatel znečištění	Přípustná míra znečištění s vyústěním do toku	Přípustná míra znečištění s vyústěním na ČOV	Jednotka
BSK ₅	50	600	mg/l
CHSK _{CR}	120	1200	mg/l
NL	45	700	mg/l
RL	1000	1000	mg/l
pH	6-9	6-9	–
Extrahov.látky	10	60	mg/l
PAL A(tenzidy aniont)	1	10	mg/l
NEL	0,2	10	mg/l
Toxické kyanidy	0,1	0,1	mg/l
chloridové ionty	350	350	mg/l
Rtuť	0,005	0,04	mg/l
Měď	0,1	0,5	mg/l
Nikl	0,1	0,1	mg/l
Chrom/veškerý	0,2	0,3	mg/l
Chrom/CR ^{VI}	0,05	0,1	mg/l
Olovo	0,1	0,1	mg/l
Arsen	0,1	0,15	mg/l
Zinek	0,2	2	mg/l
Kadmium	0,005	0,1	mg/l
Chlorované uhlovodíky	0,005	0,005	mg/l
Teplota odp. vody	40	40	°C
Sulfan a sulfidy	0,02		mg/l
Veškeré železo	2		mg/l
Veškerý mangan	0,5		mg/l
Amoniakální dusík	2,5	45	mg/l
Volný amoniak	0,5		mg/l
N _{celk.}	15	60	mg/l
Veškerý fosfor	5	10	mg/l
Sírany	300	300	mg/l
Vápník	300		mg/l
Hořčík	200		mg/l
Kobalt	0,1		mg/l
Vanad	0,1		mg/l
PAU(15)	10	10	µg/l
PCB(6)	0,01	0,01	µg/l

Legislativa

V ČR se provozuje hospodaření se srážkovými vodami stále ještě zřídka, je to způsobeno nízkou cenou vody pitné. Také je to zajištěno způsobeno nízkou ekonomickou motivací a málo přísnými limity. Z evropských zemí je na tom nejlépe v hospodaření s dešťovou vodou Německo. Platí se tam poplatky za vypuštěnou dešťovou vodu, proto lidé chtějí vodu raději využít a je to pro ně určitá motivace. V ČR se se srážkami hospodaří pouze v případě, že není možnost jejího odvodu do kanalizace. [19]

V české legislativě se vodami zabývá Zákon č.254/2001 Sb. o vodách, dále je to Nařízení vlády č. 61/2003 Sb., která byla novelizována nařízením č. 229/2007 Sb., o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a vod odpadních, náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a kanalizací a o citlivých oblastech. Dalším opatřením je Zákon č.274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích. Jednou z posledních je Vyhláška č.428/2001 Sb., tímto se provádí zákon o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu ve znění pozdějších předpisů.[19]

3.2 Chemické složení srážkových vod v Ostravě

Přestože mraky vznikají odpařováním nemůžeme mluvit o čisté dešťové vodě bez rozpuštěných látek. K prvnímu znečištění dochází už v atmosféře, kde dochází ke kontaktu s chemickými látkami. Hlavním zdrojem chemického znečištění mohou být látky rozpuštěné v atmosférických srážkách. Rozlišujeme polutanty primární, které vstupují do ovzduší přímo, jako například oxid uhličitý nebo siřičitý při spalování fosilních paliv, nebo sekundární, které vznikají až následnou reakcí primárních polutantů, například kumulativním působením oxidů dusíku, UV záření a těkavých organických látek, za vzniku troposférického ozónu. K velkému znečištění také dochází při splachu povrchu cest či budov především po dlouhém období bez srážek. Látky se tam nahromadí a následně jsou odplaveny. U staveb se vymývají malé částičky střešní krytiny, zdiva a jiných částí. [4] [20]

U srážek měří Český hydrometeorologický ústav tyto veličiny: vodivost, pH, sodné ionty, draselné ionty, amonné ionty, hořečnaté ionty, vápenaté ionty, železo, zinek, mangan, olovo, kadmium, nikl, arsen, měď, kobalt, chrom, vanad, selen, fluoridové ionty, chloridové ionty, dusičnanové ionty a síranové ionty. Dříve se měřily také amonné ionty, ale s tím se skončilo v roce 2004. Nejčastější metodou měření je

hmotnostní spektrometrie s indukčně vázanou plazmou. Dalšími metodami jsou iontová chromatografie a atomová absorpční spektrometrie s atomizací v plameni. [21]

Srážky jsou odebírány Českým hydrometeorologickým ústavem také ještě před dopadem na zemský povrch a tím se zamezuje dalšímu znečištění těchto srážek, které by nastalo při kontaktem se zemským povrchem. Na odběr těchto srážek slouží pluviokolektor, který je znázorněn na obr.č.7.



Obrázek 9:Pluviokolektor na odběr dešťových srážek [6]

4. Vliv posypového materiálu na složení splachů z komunikací

Rozdělení posypových materiálů:

Inertní posyp: Inertní posyp, na rozdíl od toho chemického, nemá za úkol kluzkou vozovku rozmrazovat, ale spíše by měl povrch vozovky zdrsňovat. Tento typ posypu je vhodný pouze u vozovky, která je pokryta vrstvou sněhu či ledu. Na mokřích vozovkách tento posyp účinný není. Inertní posyp dostává před tím chemickým přednost v případě, že nelze vyhovět ochranným nárokům, anebo když je v blízkosti zdroj pitné vody. Velká výhoda inertního posypu je ve skladování, na rozdíl od posypů chemických se dají uskladňovat na volném prostranství, jelikož u nich nehrozí žádné průsaky do půd ani jejich vzájemné slepování. Rovněž jsou inertní posypy cenově přijatelnější. Tyto posypy ovšem mají i nevýhody. Jednou z nich je vyšší potřeba, tudíž posypový vůz musí častěji nabírat posypový materiál. Druhou nevýhodou je bezpochyby zvýšená prašnost, ale také zanášení kanalizací a odtoků.[22]

Dělí se na: **a) Čistě těžené a drcené materiály (písky, šterky, drtě):** tyto posypy nemají žádný chemický vliv na okolní prostředí. Musí být ostrohranné, jelikož by po zaoblených hranách pneumatiky podkluzovaly.[22]

b) Ostatní kameniva: do této skupiny patří hlavně Ekogrit, což je ekologický posypový materiál, který je vyroben pouze z přírodních materiálů. Tento materiál je v posledních letech využíván na komunikacích, ale také ve městech na posyp chodníků, pěších zón a náměstí. Výhodou materiálu je, že neničí povrch chodníků a nezpůsobuje korozi u automobilů. Také je neškodný pro zvířata i zeleň a neabsorbuje žádné škodliviny. Je účinný v mrazech i při -15°C . Výhodou bezpochyby je, že ošetří při stejném množství materiálů větší plochu než soli či písky. Po zimě dochází k jeho odplavení bez zanášení kanalizací.[23]

c) Materiály vzniklé jako vedlejší produkt výroby či spalování: nejčastěji se jedná o škváru nebo strusku, které vznikají při spalování pevných paliv. Tyto posypové materiály nesmí obsahovat žádné toxické látky, které by se mohly dostat do půd či do podzemních vod. Každý rok musí procházet testem na toxické látky. Jejich výhodou je zajištění jejich nízká cena.[22]

Chemický posyp: Tyto chemické posypy fungují na principu snížení bodu tání. Nemalý význam má na tání velikost zrn. Jemné částice sice působí rychlým táním, ale

můžou být snadno odvaleny ze zájmových míst. Větší částice pronikají do spodních částí sněhu či ledu, kde způsobují tání. Eutektický bod vody s NaCl je $-21,1^{\circ}\text{C}$. Nejčastěji se aplikují na komunikace zvlhčované suché soli, což je převážně kvůli rychlejšímu rozpouštění zrn, jelikož jsou již navlhčené. Zamezuje se tím i úletu částic mimo vozovku. [22]

Anorganické soli: **NaCl(chlorid sodný)**- Celosvětově je to nejpoužívanější sůl na ošetření komunikací. V zimě se používá jako slaný roztok či v pevném stavu. Účinkuje optimálně do maximální teploty -7°C poté již svou účinnost ztrácí.[24]

CaCl₂(chlorid vápenatý)- Je velmi účinný i při velkých mrazech. Eutektický bod má až při -50°C , a proto se často smíchává s levnějším chloridem sodným. Oproti NaCl začíná zmrzlý povrch rychleji rozpouštět. Používá se opět buď v pevném stavu nebo jako roztok. Je dodáván ve formě vloček či menších šupin. Jeden z rozdílů oproti NaCl je exotermičnost chloridu vápenatého, to znamená že tepelnou energii nepřijímá ale naopak vydává.[24]

MgCl₂(chlorid hořečnatý)- Tato látka vzniká jako vedlejší produkt při výrobě potaše a používá se ve formě roztoku. Je velmi hygroskopická a v podstatě se v zimní údržbě používá pouze při likvidačním posypu. Jeho používání ovšem není moc vyhledáváno z důvodu snížení přilnavosti pneumatik na vozovce. [25]

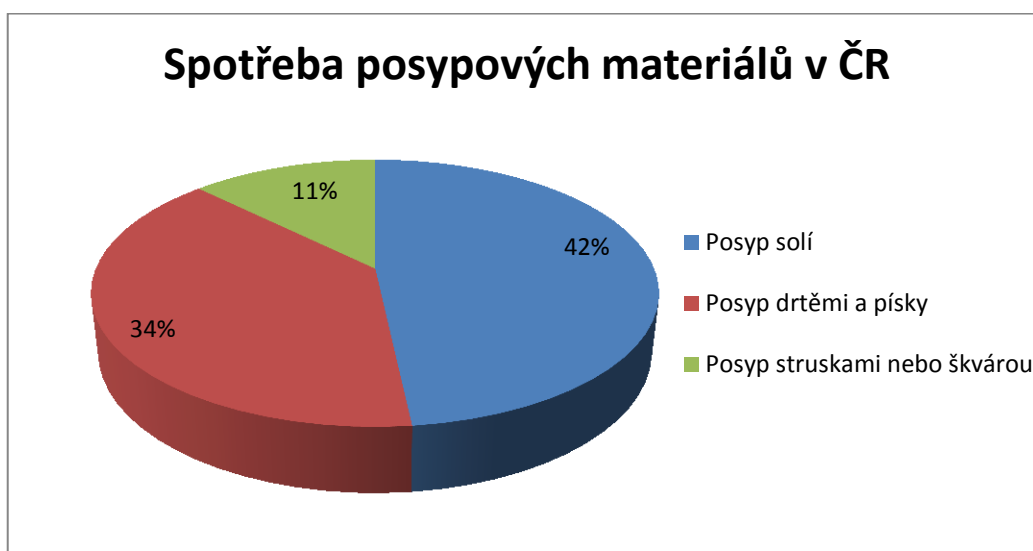
Organické soli: **CMA (octan vápenato-hořečnatý)**- Látka, která byla vyrobena v USA a měla nahradit chloridy. Vyskytuje se ve formě lehkého prášku a má pozdější nástup rozmrazování než mají chloridy. Na rozdíl od chloridů ale nemá negativní vliv na půdu a rostliny. Nedoporučuje se používat v oblasti, kde je zdroj pitné vody, jelikož ve vodě způsobuje snížení obsahu kyslíku. Největší překážkou aby se používal i u nás je jeho neúměrně velká cena. V USA se používá jen na údržbu ranvejí. [22]

Močovina- Používáme ji v zrnité formě, velikosti zrn jsou 1-2mm. Její největší nevýhodou je snadná odvanutelnost větrem, proto se používá společně s vodou či pískem, který zabraňuje odletu částic. Použitelná je jen do -7°C a vzhledem k její vysoké ceně není u nás moc využívána. Zajímavou vlastností je její

nadměrná hnojící schopnost. Kolem komunikací a ve vodních plochách okolo dochází k nadměrnému růstu rostlin.[24]

Alkoholy, glykoly- Jejich využití je převážně na letištních plochách a také k odmrazování letadel. Na údržbu silnic se ale nevyužívá z důvodu, že snižují napětí vody, a ta proniká do trhlin ve vozovce, a ta poté praská.[22]

Příměsi - Do těchto solí jsou přidávány také látky, které mají za úkol zabránit spékání. Jednou z těchto látek je ferrokyanid draselný. Není známa jeho ekologická bezpečnost, ví se pouze že není toxický. Do kontaktu by s ní neměl přijít ani člověk. Při styku s ní je třeba zamezit vdechnutí prachu a kontaktu s lidskou kůží. [26]



Obrázek 10: Spotřeba posypových materiálů v ČR [7]

5. Metodika odběru vzorků splachů z komunikací.

Podkladem k odběru vzorků je topografická mapa území města Ostravy v měřítku 1:111 000. Topografická mapa byla vytvořena a upravena autory na základě map dostupných na mapovém serveru města Ostravy. Na území města Ostravy bylo odebráno 43 vzorků, které jsou rozmístěny v nepravidelné síti (viz mapa vzorkovacích míst).

Poté, co se sestavily mapy, bylo jednorázově odebráno v jednotlivých ročních obdobích (zima, léto) vždy 43 vzorků. Vzorkování probíhalo v rámci jedné srážkové události po dobu 24 hodin. Vzorky byly odebírány do plastových vzorkovnic o obsahu 5 l, připevněných na vtokových mřížích kanalizačních šachet a vpustí situovaných v prostoru pozemních komunikací.

6. Chemické složení splachů z komunikací v zimním a letním období

Chemické složení splachových vod je důležitým faktorem ovlivňující nejen bilanci sledovaných prvků v půdě, ale také zdravotní stav rostlinného pokryvu a její chemismus. [27]

Pracovníci Institutu geologického inženýrství provedli v roce 2013, tři odběry splachů z komunikací. Pro účely bakalářské práce jsem získal data ze dvou odběrů.

První odběr proběhl 1.4.- Zimní

Druhý proběhl 28.6.- Letní

Ze všech odebraných vzorků, které byly analyzovány, byly vytvořeny 4 tabulky, ze kterých se následně vychází při dalších výpočtech a při utváření grafů. Analýzy byly provedeny v chemické laboratoři Institut geologického inženýrství, VŠB – TU Ostrava (Ing.Bielešová a M.Laborová). Z důvodu chybějících hodnot u odběrového místa č. 23. byl snížen počet odběrových míst z 43 na 42. Mapa odběrových míst je znázorněna na obr.č.11. Byly stanoveny stopové prvky: kadmium, kobalt, měď, železo, mangan, nikl, olovo, zinek, arsen a chrom. Také byly stanoveny koncentrace chloridů, dusitanů, dusičnanů, fosforečnanů, síranů, amonných iontů, vápníku, hořčíku a R.L.550°C. Analýzy byly provedeny podle standardizovaných metod ČSN pro analýzu vod. Ke stanovení stopových prvků byly použity tyto metody:

- ČSN EN ISO 15586(75 7381)-Jakost vod –Stanovení stopových prvků atomovou absorpční spektrometrií s grafitovou kyvetou
- ČSN EN ISO 8288(75 7382)-Jakost vod-kobaltu, niklu, zinku, mědi, kadmia a olova-Metody plamenové atomové absorpční spektrometrie.
- ČSN 75 7385 - Jakost vod - Stanovení železa a manganu - Metoda plamenové atomové absorpční spektrometrie.
- ČSN EN 1233 (757425) - Jakost vod - Stanovení chromu - Metody atomové absorpční spektrometrie. [28]



Obrázek 11: Mapa odběrových míst

1. Plesná, 2. Krásné pole, 3. Martinov, 4. Puskovec, 5. Poruba-Poruba sever, 6. Třebovice-Martinovský sběrač, 7. Poruba-17.listopadu, 8. Poruba-Francouzská, 9.Svinov-Svinovský sběrač, 10.Svinov-Rudná, 11.Svinov-Polanecká, 12.Polanka, 13.Proskovice, 14.Stará Bělá, 15.Nová Bělá, 16.Hrabová, 17.Ostrava Jih-Proskovická, 18.Ostrava Jih-Říční, 19.Ostrava Jih-Horní, 20.Vítkovice-Ruská, 21.Vítkovice-Místecká, 22. Nová ves-28.října, 23.Nová ves-Mariánskohorská, 24.Mariánské hory a Hulváky-Novoveská, 25.Mariánské hory a Hulváky-Novinářská, 26.Mariánské hory a Hulváky-28.října, 27.Mariánské hory a Hulváky-Švermova, 28.Hošťálkovice, 29. Lhotka, 30.Petřkovice, 31. Moravská Ostrava a Přívoz-Cihelní, 32.Moravská Ostrava a Přívoz-Myslbekova, 33.Moravská Ostrava a Přívoz-Sokolská, 34.Moravská Ostrava a Přívoz-28.října, 35.Slezská Ostrava-Antošovická1, 36.Slezská Ostrava-Antošovická2, 37.Slezská Ostrava-Orlovská, 38.Slezská Ostrava Bohumínská, 39.Slezská Ostrava-Těšínská, 40.Slezská Ostrava-Rudná, 41.Michálkovice, 42.Radvanice a Bartovice-Radvanická, 43.Radvanice a Bartovice-Těšínská.

Tabulka 4: Kationty a anionty ve splachu z komunikací – zimní odběr

číslo vzorku	(Cl) ⁻	(NO ₂) ⁻	(NO ₃) ⁻	(PO ₄) ⁻³	(SO ₄) ⁻²	(NH ₄) ⁺	Ca	Mg	R.L.550°C	inhibice
	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	%
1	4706,4	0,013	2,356	0,737	119,5	4,121	78,49	12,16	8 193,3	18,20
2	231,8	0,012	0,584	4,415	43,5	33,486	45,09	26,85	500,0	50,30
3	2835,9	0,070	2,556	0,793	53,5	1,731	48,43	14,19	4 893,3	19,95
4	554,5	0,210	2,983	0,795	28,0	1,827	29,23	26,35	1 006,6	29,03
5	1664,8	0,089	1,815	0,794	56,8	1,071	50,10	10,13	2 966,6	28,27
6	19,7	0,099	3,434	0,803	6,7	1,566	17,54	17,73	56,6	29,21
7	1 642,9	0,162	2,004	0,704	49,5	0,700	54,28	15,20	2 956,6	31,44
8	948,3	0,265	4,220	0,796	32,0	1,978	31,73	15,71	1 640,0	27,54
9	7 821,4	0,274	8,694	0,825	84,5	3,256	94,36	26,35	13 520,0	16,98
10	2 082,7	0,088	5,905	0,795	51,2	1,703	48,43	16,21	3 713,3	16,70
11	1 984,7	0,107	3,945	0,795	45,3	0,741	41,75	10,13	3 370,0	52,99
12	1 603,2	0,201	2,654	0,796	60,9	1,112	55,11	11,65	2 763,3	61,76
13	432,9	0,299	5,987	0,798	28,4	2,734	25,05	20,27	756,6	39,14
14	601,7	2,869	0,874	0,797	23,6	0,370	38,41	7,60	1 103,3	48,08
15	939,9	0,190	2,407	0,795	35,7	1,456	41,75	8,11	1 680,0	67,77
16	1 832,4	0,140	4,838	0,795	33,7	1,758	56,78	13,68	3 366,6	45,74
17	442,0	0,193	5,318	0,789	28,5	0,961	27,56	14,69	786,6	44,54
18	2 016,1	0,095	5,760	4,031	30,3	0,548	49,27	15,71	3 320,0	44,69
19	465,8	0,097	2,707	0,820	11,0	0,535	29,23	10,64	800,0	41,40
20	1 197,2	0,182	6,983	0,797	32,4	1,346	46,76	9,63	1 996,6	43,06
21	227,0	0,213	3,195	1,762	17,0	2,349	24,22	7,09	366,6	23,80
22	2 681,6	0,363	7,863	0,794	74,2	0,700	55,11	16,21	4 226,6	27,1
24	1 365,0	0,320	4,457	0,795	55,7	2,459	62,63	16,21	2 320,0	46,5
25	717,3	0,166	2,886	0,796	32,2	1,538	38,41	11,15	1 246,6	36,3
26	521,5	0,188	3,892	0,796	19,6	0,425	29,23	13,68	890,0	35,7
27	2 206,9	0,254	5,459	0,798	56,5	0,810	58,45	12,16	3 666,6	26,8
28	3 341,1	0,132	6,318	0,795	76,3	1,442	69,31	14,69	5 290,0	14,4
29	43,9	0,146	4,748	0,800	7,5	0,713	14,20	14,69	60,0	38,5
30	1 094,0	0,108	4,795	0,797	43,2	2,129	40,92	12,16	1 816,6	23,0
31	2 814,1	0,182	6,318	0,796	44,8	0,988	59,29	9,63	4 516,6	15,3
32	67,3	0,236	3,929	0,798	11,9	0,782	21,71	10,64	123,3	37,5
33	2 951,3	0,151	5,452	0,798	40,3	0,921	59,29	13,17	5 060,0	34,8
34	1 083,4	0,255	5,638	0,795	33,3	1,566	40,92	11,15	1 860,0	60,9
35	629,6	0,145	2,075	0,796	22,4	1,167	29,23	4,56	1 053,3	45,0
36	1 503,0	0,136	5,027	0,798	44,0	1,511	38,41	13,17	2 560,0	29,4
37	2 098,2	0,485	8,463	0,798	40,4	0,177	55,11	19,76	3 513,3	53,1
38	270,7	0,282	4,226	0,806	31,3	0,535	23,38	13,17	510,0	48,1
39	2 988,3	0,343	7,266	0,795	50,9	0,535	71,81	10,13	4 896,6	39,7
40	1 132,4	0,409	5,606	0,796	36,8	0,810	43,42	6,08	1 900,0	30,2
41	4 852,1	0,085	6,131	0,795	50,6	1,621	80,16	15,20	7 810,0	11,2
42	993,1	0,371	8,259	0,796	39,6	0,246	38,41	14,69	1 633,3	31,9
43	2 281,3	0,653	3,980	0,796	60,8	0,370	72,65	16,72	3 653,3	37,3

Tabulka 5: Kationty a anionty ve splachu z komunikací – letní odběr

číslo vzorku	(Cl) ⁻	(NO ₂) ⁻	(NO ₃) ⁻	(PO ₄) ⁻³	(SO ₄) ⁻²	(NH ₄) ⁺	Ca	Mg	inhibice	R.L.550°C
	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	%	mg/l
1	117,18	0,005	0,576	0,969	18,14	0,005	30,90	14,69	76,31	270,0
2	42,13	4,685	0,594	0,185	32,83	2,672	50,10	28,88	72,32	160,0
3	28,34	1,409	0,628	0,792	17,30	1,454	37,58	14,69	66,26	113,3
4	14,24	0,588	3,014	2,872	14,38	0,083	25,89	16,72	61,31	136,6
5	10,33	0,158	1,885	1,233	8,28	0,098	18,37	18,75	49,34	30,0
6	7,05	0,007	0,668	1,273	22,67	31,784	41,75	13,68	48,20	26,6
7	10,03	0,002	0,634	0,918	6,12	2,687	18,37	10,13	52,67	20,0
8	20,75	0,006	0,581	0,852	25,79	0,005	58,45	55,74	84,19	140,0
9	9,62	0,348	2,717	13,596	17,54	2,995	22,55	15,71	57,68	103,3
10	8,50	2,071	0,617	0,837	15,94	0,668	23,38	21,28	62,17	143,3
11	3,25	0,106	1,194	0,981	4,99	0,329	10,02	8,11	56,87	20,0
12	21,91	0,008	0,604	0,675	21,07	4,336	69,31	23,81	84,85	220,0
13	243,92	0,002	0,592	0,999	84,58	5,384	73,48	27,36	66,43	670,0
14	27,35	0,007	0,585	0,796	16,43	0,005	44,26	22,80	53,92	140,0
15	35,82	0,567	0,586	1,035	11,16	0,005	20,04	13,17	44,50	76,6
16	8,30	0,478	1,855	0,797	8,15	0,406	25,89	15,71	43,62	10,0
17	25,20	2,356	1,737	0,925	19,08	0,791	45,09	13,68	51,69	113,3
18	19,44	0,010	0,584	0,794	21,62	0,005	35,91	21,28	65,58	100,0
19	11,46	0,009	0,588	0,795	19,29	0,005	43,42	14,19	61,10	96,6
20	6,98	0,020	3,513	0,793	18,09	0,283	30,06	5,07	42,91	30,0
21	15,38	0,634	2,419	0,900	11,98	0,113	17,54	14,19	39,54	70,0
22	70,53	0,003	0,588	0,789	41,63	1,516	66,80	26,35	64,02	286,6
24	10,77	0,603	0,673	1,183	18,54	1,994	29,23	11,15	66,93	96,6
25	8,54	1,752	1,745	2,219	16,07	3,236	19,21	12,67	36,92	70,0
26	14,46	0,027	0,566	0,795	38,71	1,793	64,30	19,76	71,69	276,0
27	5,67	0,093	0,985	1,076	21,74	0,714	42,59	27,87	52,72	63,3
28	51,88	0,013	0,603	0,792	23,71	1,192	30,90	1,52	53,33	173,3
29	2,06	0,190	1,670	1,107	13,22	0,961	21,71	14,69	46,74	30,0
30	5,95	0,633	0,596	1,288	7,27	0,129	17,54	15,20	25,73	40,0
31	44,35	0,004	0,586	0,798	28,42	2,194	48,43	34,45	87,42	160,0
32	195,82	0,028	0,586	0,821	26,21	0,807	61,79	43,58	69,21	466,6
33	27,58	0,007	0,587	0,973	26,88	0,005	80,99	47,12	96,67	253,3
34	74,86	0,008	0,581	0,790	35,95	0,483	50,10	20,77	81,81	250,0
35	4,35	0,328	2,791	1,290	15,68	2,841	17,54	8,61	66,14	30,0
36	27,34	1,595	1,769	8,911	19,52	11,949	16,70	13,68	61,84	100,0
37	15,90	0,009	0,586	0,794	27,03	0,005	60,12	15,20	74,34	116,6
38	7,19	0,004	0,585	0,681	17,08	0,005	46,76	20,27	65,72	116,6
39	106,71	0,003	0,593	1,041	57,99	0,714	72,65	39,01	65,29	366,6
40	18,32	0,010	0,555	0,796	21,38	0,005	41,75	28,88	64,82	120,0
41	30,41	0,807	2,268	0,817	13,77	0,375	21,71	19,25	45,34	90,0
42	27,11	0,003	0,586	0,803	22,36	0,036	50,10	23,31	68,30	146,6
43	8,05	0,574	2,007	0,798	12,81	0,468	25,89	17,73	52,89	33,3

Tabulka 6: Stopové prvky ve splachu z komunikací-zimní odběr

č.vzorku	Cd	Co	Cu	Fe	Mn	Ni	Pb	Zn	As	Cr
	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	µg/l	µg/l
1	0,001	0,028	0,067	20,812	1,308	0,026	0,006	0,388	6,142	104,828
2	<0,001	0,025	0,029	4,028	0,131	0,006	<0,001	0,154	3,069	12,696
3	<0,001	0,022	0,033	5,632	0,280	0,010	<0,001	0,174	1,267	22,172
4	<0,001	0,024	0,093	18,585	0,545	0,023	0,005	0,434	2,668	41,186
5	0,001	0,035	0,185	27,998	1,829	0,054	0,034	1,198	7,277	169,651
6	<0,001	0,020	0,033	10,233	0,378	0,008	<0,001	0,210	1,762	22,332
7	<0,001	0,035	0,123	18,278	0,603	0,024	<0,001	0,445	2,950	74,352
8	<0,001	0,021	0,044	5,190	0,228	0,012	<0,001	0,205	1,374	21,306
9	0,001	0,036	0,123	24,041	1,213	0,041	0,037	0,708	10,230	88,315
10	0,001	0,025	0,013	2,096	0,182	0,004	<0,001	0,055	1,682	9,054
11	0,001	0,030	0,115	23,784	1,338	0,024	0,032	0,670	7,280	99,655
12	0,002	0,043	0,104	27,252	1,584	0,036	0,051	0,747	8,781	120,237
13	0,001	0,011	0,031	14,186	0,513	0,002	<0,001	0,250	2,492	43,821
14	0,003	0,031	0,193	32,091	4,261	0,058	0,106	1,588	26,631	214,656
15	0,002	0,038	0,249	33,650	2,893	0,080	0,19	2,075	15,212	163,869
16	0,002	0,023	0,197	27,991	2,284	0,037	0,075	1,041	8,806	138,472
17	<0,001	0,009	0,027	8,585	0,397	0,002	<0,001	0,194	1,191	33,245
18	0,001	0,017	0,078	22,362	2,014	0,011	0,004	0,482	3,968	117,134
19	0,002	0,014	0,075	21,007	1,465	0,008	0,006	0,500	2,024	89,858
20	0,001	0,005	0,034	5,736	0,413	0,008	<0,001	0,206	1,228	29,890
21	0,002	0,01	0,097	14,884	0,488	0,017	0,016	0,510	2,591	36,304
22	0,001	0,017	0,266	25,013	1,614	0,035	0,045	1,004	4,897	104,194
24	0,003	0,039	2,091	34,190	3,778	0,096	0,237	3,304	25,402	518,148
25	0,001	0,012	0,397	24,649	1,538	0,030	0,052	0,980	11,303	186,098
26	<0,001	0,007	0,072	9,027	0,360	0,006	<0,001	0,202	6,318	36,945
27	0,003	0,016	0,085	21,413	1,789	0,024	0,093	0,989	6,639	174,747
28	0,001	0,006	0,039	13,180	0,488	0,018	<0,001	0,287	5,068	42,749
29	<0,001	0,006	0,025	12,891	0,556	0,011	<0,001	0,212	2,693	24,365
30	<0,001	0,008	0,052	20,738	1,264	0,020	0,005	0,299	4,655	126,682
31	<0,001	0,014	0,070	16,690	0,675	0,018	0,019	0,448	3,136	45,071
32	0,005	0,015	0,370	28,592	2,331	0,053	0,466	1,822	8,582	166,531
33	0,002	0,008	0,449	11,321	0,547	0,013	0,048	0,494	2,069	49,855
34	0,002	0,017	0,277	27,084	1,365	0,036	0,072	1,217	10,788	143,527
35	0,001	0,009	0,147	23,489	1,216	0,021	0,065	1,017	5,436	148,490
36	0,002	0,017	0,086	26,409	1,530	0,033	0,074	0,613	8,864	132,865
37	0,002	0,011	0,194	23,860	1,237	0,036	0,047	0,487	4,254	117,356
38	0,003	0,022	0,657	29,669	2,003	0,051	0,119	1,369	17,292	221,591
39	0,002	0,008	0,104	15,425	1,191	0,027	0,027	0,548	3,02	103,212
40	0,002	0,006	0,129	24,363	1,573	0,025	0,048	0,901	3,397	167,108
41	0,002	0,003	0,045	9,202	0,491	0,010	<0,001	0,209	0,345	45,584
42	<0,001	0,001	0,021	4,980	0,367	0,005	<0,001	0,175	0,606	25,011
43	0,002	0,021	0,300	35,687	3,275	0,073	0,176	2,149	21,664	415,590

Tabulka 7: Stopové prvky ve splachu z komunikací - letní odběr

č.vzorku	Cd	Co	Cu	Fe	Mn	Ni	Pb	Zn	As	Cr
	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	µg/l	µg/l
1	0,002	0,014	0,065	4,911	0,388	0,020	0,018	0,233	1,530	14,121
2	0,003	0,021	0,104	12,259	0,567	0,026	0,043	0,782	43,777	21,120
3	0,003	0,015	0,075	1,775	0,216	0,015	0,098	0,255	6,232	9,417
4	0,004	0,012	0,102	9,978	0,491	0,018	0,056	0,411	438,034	21,196
5	0,003	0,024	0,071	5,423	0,164	0,017	0,015	0,323	1,483	17,049
6	0,004	0,023	0,114	22,080	1,013	0,035	0,032	0,565	4,295	43,122
7	0,004	0,025	0,112	5,317	0,311	0,005	0,074	0,263	18,215	15,156
8	0,005	0,031	0,170	16,249	0,991	0,027	0,031	0,706	48,918	31,186
9	0,005	0,025	0,086	9,947	0,322	0,014	0,015	0,439	27,309	17,201
10	0,004	0,028	0,097	10,227	0,333	0,019	0,008	0,327	2,194	14,919
11	0,003	0,025	0,053	2,289	0,114	0,015	0,010	0,192	68,466	9,931
12	0,006	0,047	0,159	35,047	3,513	0,052	0,045	0,952	9,977	95,151
13	0,004	0,025	0,071	10,668	0,612	0,021	0,013	0,280	3,320	24,708
14	0,005	0,019	0,093	18,173	1,349	0,026	0,026	0,556	2,103	63,696
15	0,003	0,017	0,049	5,181	0,236	0,015	0,017	0,340	1,214	11,656
16	0,004	0,028	0,135	31,881	1,280	0,027	0,021	0,500	4,686	65,763
17	0,004	0,026	0,066	4,918	0,368	0,013	0,016	0,171	0,539	19,192
18	0,004	0,020	0,063	5,149	0,432	0,010	0,023	0,177	0,720	21,706
19	0,004	0,028	0,112	25,166	1,814	0,020	0,021	0,473	2,911	51,260
20	0,005	0,026	0,135	23,440	1,326	0,019	0,015	0,776	2,730	57,844
21	0,005	0,026	0,073	4,129	0,187	0,010	0,017	0,252	0,812	13,091
22	0,005	0,041	0,410	30,764	1,524	0,042	0,030	1,454	5,367	79,081
24	0,004	0,026	0,194	9,768	0,544	0,012	0,033	0,993	7,108	25,957
25	0,004	0,028	0,107	4,217	0,347	0,009	0,018	0,824	0,870	14,485
26	0,005	0,024	0,276	6,480	0,390	0,026	0,027	0,448	0,810	22,771
27	0,008	0,029	0,112	29,851	1,976	0,024	0,040	1,417	4,127	128,790
28	0,005	0,024	0,06	5,360	0,252	0,013	0,022	0,266	5,317	15,084
29	0,004	0,019	0,044	3,344	0,310	0,006	0,019	0,207	0,900	10,924
30	0,005	0,024	0,07	14,221	0,697	0,014	0,021	0,330	1,809	37,563
31	0,005	0,028	0,127	11,295	0,791	0,018	0,034	1,029	2,811	24,647
32	0,005	0,020	0,193	17,067	1,163	0,020	0,040	0,699	4,082	35,702
33	0,005	0,028	0,813	17,797	1,753	0,019	0,020	1,120	2,685	55,235
34	0,004	0,024	0,138	9,018	0,481	0,008	0,022	0,412	0,544	26,226
35	0,004	0,018	0,044	2,364	0,256	0,001	0,026	0,631	0,688	9,162
36	0,005	0,021	0,051	5,061	0,337	0,008	0,031	0,505	0,939	14,276
37	0,006	0,047	0,277	34,307	2,414	0,057	0,045	0,832	9,779	149,787
38	0,007	0,032	0,504	32,486	1,941	0,041	0,039	1,173	7,137	146,629
39	0,006	0,024	0,218	27,867	2,101	0,025	0,033	0,764	5,849	126,309
40	0,006	0,029	0,173	24,312	1,192	0,022	0,033	0,991	2,527	74,472
41	0,004	0,022	0,054	2,022	0,145	0,001	0,027	0,109	0,141	11,435
42	0,005	0,028	0,071	7,194	0,480	0,005	0,022	0,310	1,343	18,288
43	0,004	0,023	0,066	14,220	0,359	0,004	0,034	0,258	0,700	21,104

Žlutě jsou v tabulkách vyznačeny prvky, které překročí svou koncentrací práh anomálie daného prvku v určitém odběrovém místě.

Chemismus

Tabulka 8: Koncentrace chloridů ve splachu z komunikací

(Cl)⁻ (mg/l)	Zima	Léto
Minimum	19,698	2,064
Maximum	7821,4	243,916
Směrodatná odchylka	1525,101	49,508
Aritmetický průměr	1663,986	34,405
Medián	1281,1	17,113

Tabulka 9: Koncentrace dusitanů ve splachu z komunikací

(NO₂)⁻ (mg/l)	Zima	Léto
Minimum	0,012	0,002
Maximum	2,869	4,685
Směrodatná odchylka	0,429	0,898
Aritmetický průměr	0,268	0,48
Medián	0,185	0,027

Tabulka 10: Koncentrace dusičnanů ve splachu z komunikací

(NO₃)⁻ (mg/l)	Zima	Léto
Minimum	0,584	0,555
Maximum	8,694	3,513
Směrodatná odchylka	2,032	0,834
Aritmetický průměr	4,572	1,135
Medián	4,603	0,604

Tabulka 11: Koncentrace fosforečnanů ve splachu z komunikací

(PO₄)⁻³ (mg/l)	Zima	Léto
Minimum	0,704	0,185
Maximum	4,415	13,596
Směrodatná odchylka	0,75	2,311
Aritmetický průměr	0,98	1,466
Medián	0,796	0,844

Tabulka 12: Koncentrace síranů ve splachu z komunikací

$(\text{SO}_4)^{-2}$ (mg/l)	Zima	Léto
Minimum	6,74	4,992
Maximum	119,545	84,583
Směrodatná odchylka	21,683	14,171
Aritmetický průměr	41,536	21,938
Medián	39,936	18,805

Tabulka 13: Koncentrace amonných iontů ve splachu z komunikací

$(\text{NH}_4)^+$ (mg/l)	Zima	Léto
Minimum	0,177	0,004
Maximum	33,486	31,784
Směrodatná odchylka	5,036	5,158
Aritmetický průměr	2,066	2,036
Medián	1,139	0,575

Tabulka 14: Koncentrace vápníku ve splachu z komunikací

Ca (mg/l)	Zima	Léto
Minimum	14,2	10,02
Maximum	94,36	80,99
Směrodatná odchylka	18,192	18,906
Aritmetický průměr	46,086	38,789
Medián	44,255	36,745

Tabulka 15: Koncentrace hořčíku ve splachu z komunikací

Mg (mg/l)	Zima	Léto
Minimum	4,56	1,52
Maximum	26,85	55,74
Směrodatná odchylka	4,945	11,012
Aritmetický průměr	13,788	20,255
Medián	13,425	17,255

Tabulka 16: Koncentrace R.L.550°C ve splachu z komunikací

R.L.550°C(mg/l)	Zima	Léto
Minimum	56,6	10
Maximum	13 520	670
Směrodatná odchylka	2573,777	129,792
Aritmetický průměr	2818,143	142,262
Medián	2158,3	113,3

Stopové prvky ve splachu z komunikací

Tabulka 17: Stopové prvky kadmia ve splachu z komunikací

Cd(mg/l)	Zima	Léto
Minimum	<0,001	0,002
Maximum	0,005	0,008
Směrodatná odchylka	0,0008	0,0011
Aritmetický průměr	0,0016	0,0045
Medián	0,001	0,004

Tabulka 18: Stopové prvky kobaltu ve splachu z komunikací

Co(mg/l)	Zima	Léto
Minimum	0,001	0,012
Maximum	0,043	0,047
Směrodatná odchylka	0,0109	0,0071
Aritmetický průměr	0,0182	0,0253
Medián	0,017	0,025

Tabulka 19: Stopové prvky mědi ve splachu z komunikací

Cu(mg/l)	Zima	Léto
Minimum	0,013	0,044
Maximum	2,091	0,813
Směrodatná odchylka	0,33	0,142
Aritmetický průměr	0,186	0,143
Medián	0,095	0,103

Tabulka 20: Stopové prvky železa ve splachu z komunikací

Fe(mg/l)	Zima	Léto
Minimum	2,096	1,775
Maximum	35,687	35,047
Směrodatná odchylka	9,223	10,334
Aritmetický průměr	19,197	13,648
Medián	20,909	10,103

Tabulka 21: Stopové prvky manganu ve splachu z komunikací

Mn(mg/l)	Zima	Léto
Minimum	0,131	0,114
Maximum	4,261	3,513
Směrodatná odchylka	0,981	0,757
Aritmetický průměr	1,275	0,844
Medián	1,226	0,486

Tabulka 22: Stopové prvky niklu ve splachu z komunikací

Ni(mg/l)	Zima	Léto
Minimum	0,002	0,001
Maximum	0,096	0,056
Směrodatná odchylka	0,022	0,012
Aritmetický průměr	0,027	0,019
Medián	0,034	0,018

Tabulka 23: Stopové prvky olova ve splachu z komunikací

Pb(mg/l)	Zima	Léto
Minimum	<0,001	0,008
Maximum	0,466	0,098
Směrodatná odchylka	0,086	0,017
Aritmetický průměr	0,052	0,029
Medián	0,023	0,026

Tabulka 24: Stopové prvky zinku ve splachu z komunikací

Zn(mg/l)	Zima	Léto
Minimum	0,055	0,109
Maximum	3,304	1,454
Směrodatná odchylka	0,667	0,351
Aritmetický průměr	0,737	0,565
Medián	0,497	0,461

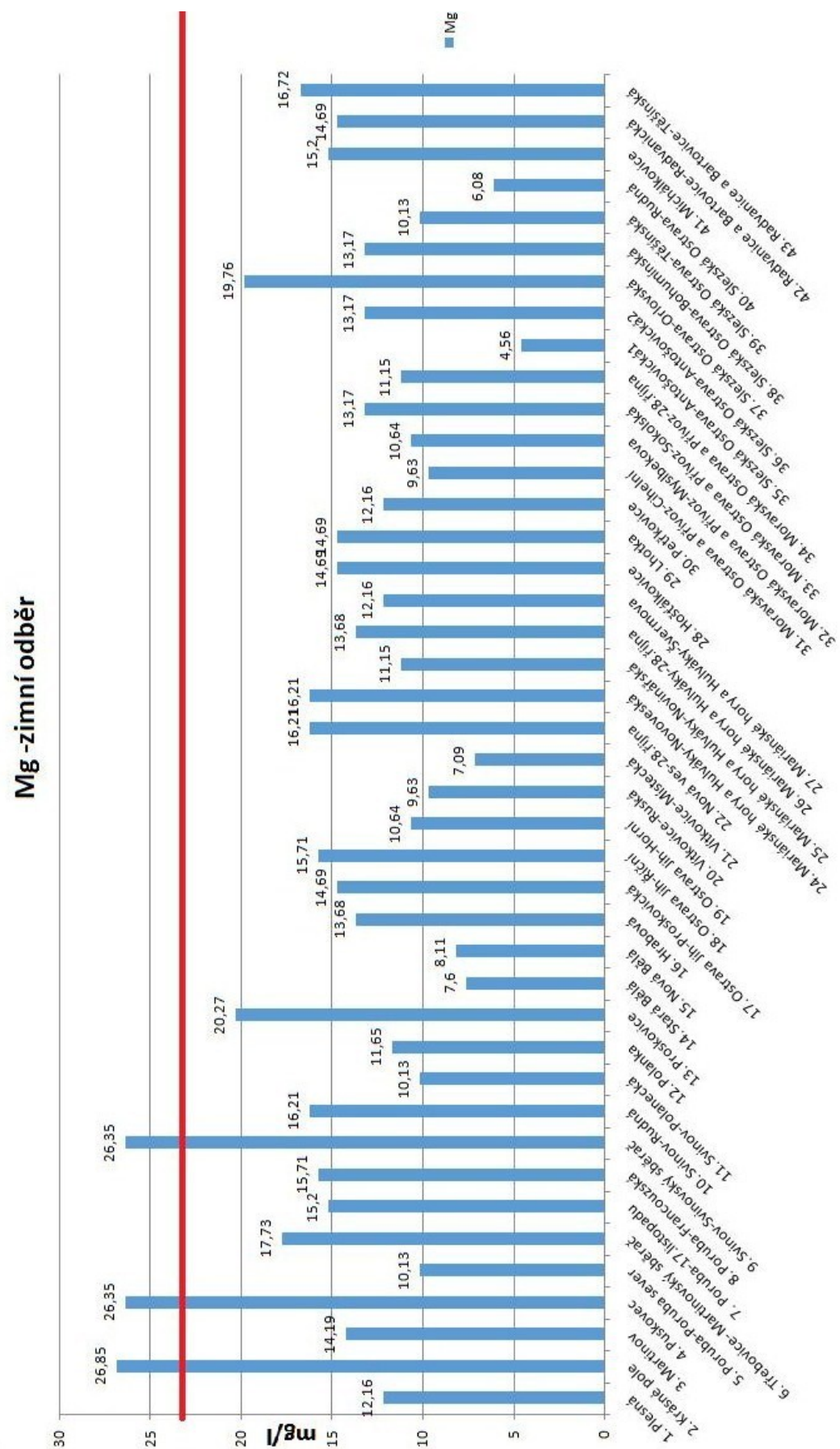
Tabulka 25: Stopové prvky arsenu ve splachu z komunikací

As(μg/l)	Zima	Léto
Minimum	0,345	0,141
Maximum	26,631	438,034
Směrodatná odchylka	6,378	67,886
Aritmetický průměr	6,549	17,976
Medián	4,454	2,771

Tabulka 26: Stopové prvky chromu ve splachu z komunikací

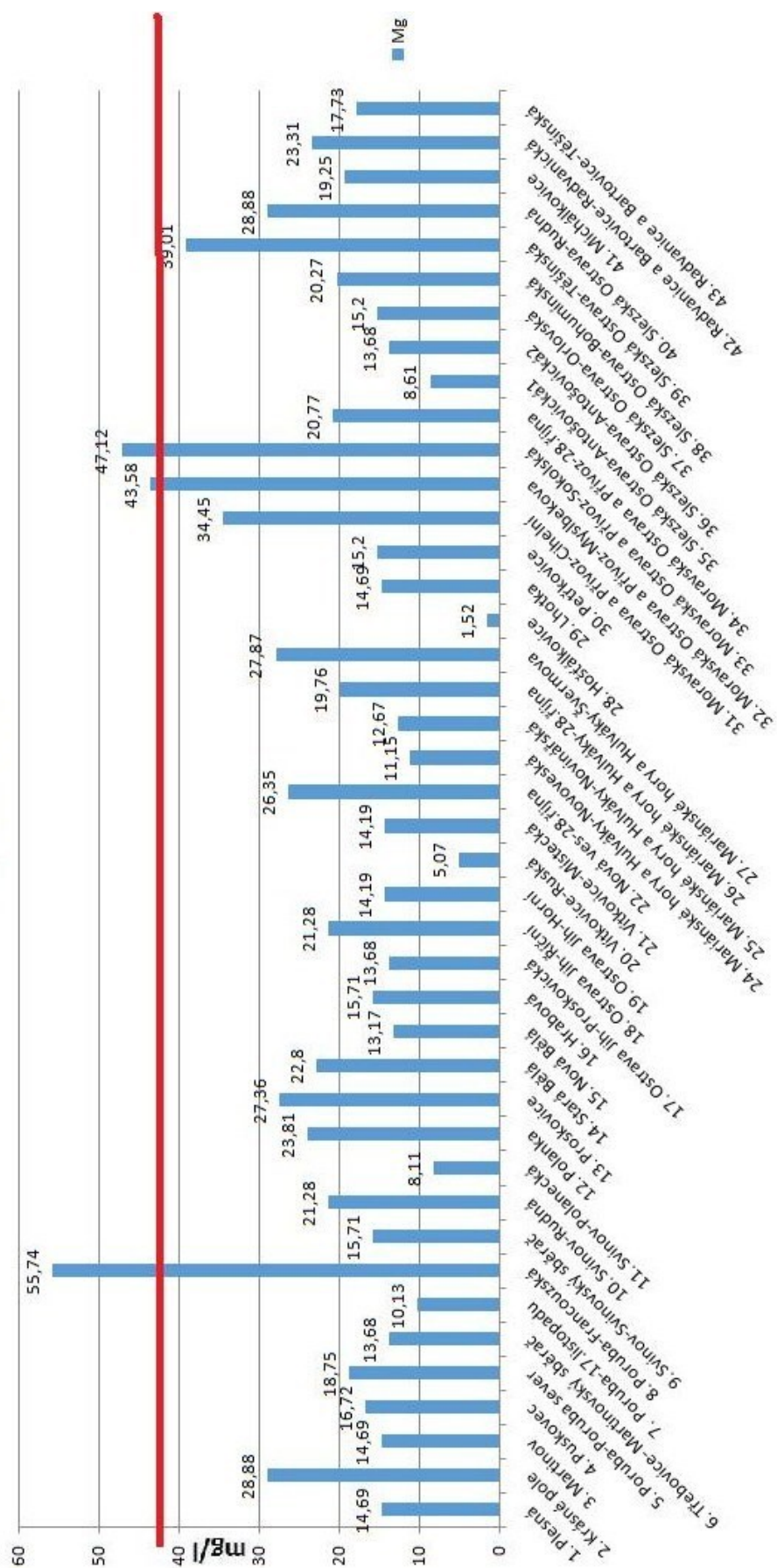
Cr(μg/l)	Zima	Léto
Minimum	9,054	9,162
Maximum	518,148	148,787
Směrodatná odchylka	67,886	38,528
Aritmetický průměr	17,976	40,152
Medián	2,771	22,238

Pro dva prvky, které mají nejvyšší počet anomálních hodnot byly vytvořeny sloupkové grafy, jeden pro letní odběr a druhý pro zimní. Vybranými prvky byly chrom a hořčík, které se poté znázornily v grafu i s jejich odběrovými místy. Práh anomálie se vypočítal součtem aritmetického průměru s dvakrát vynásobenou směrodatnou odchylkou. Tento práh je v grafech znázorněn červenou čarou.

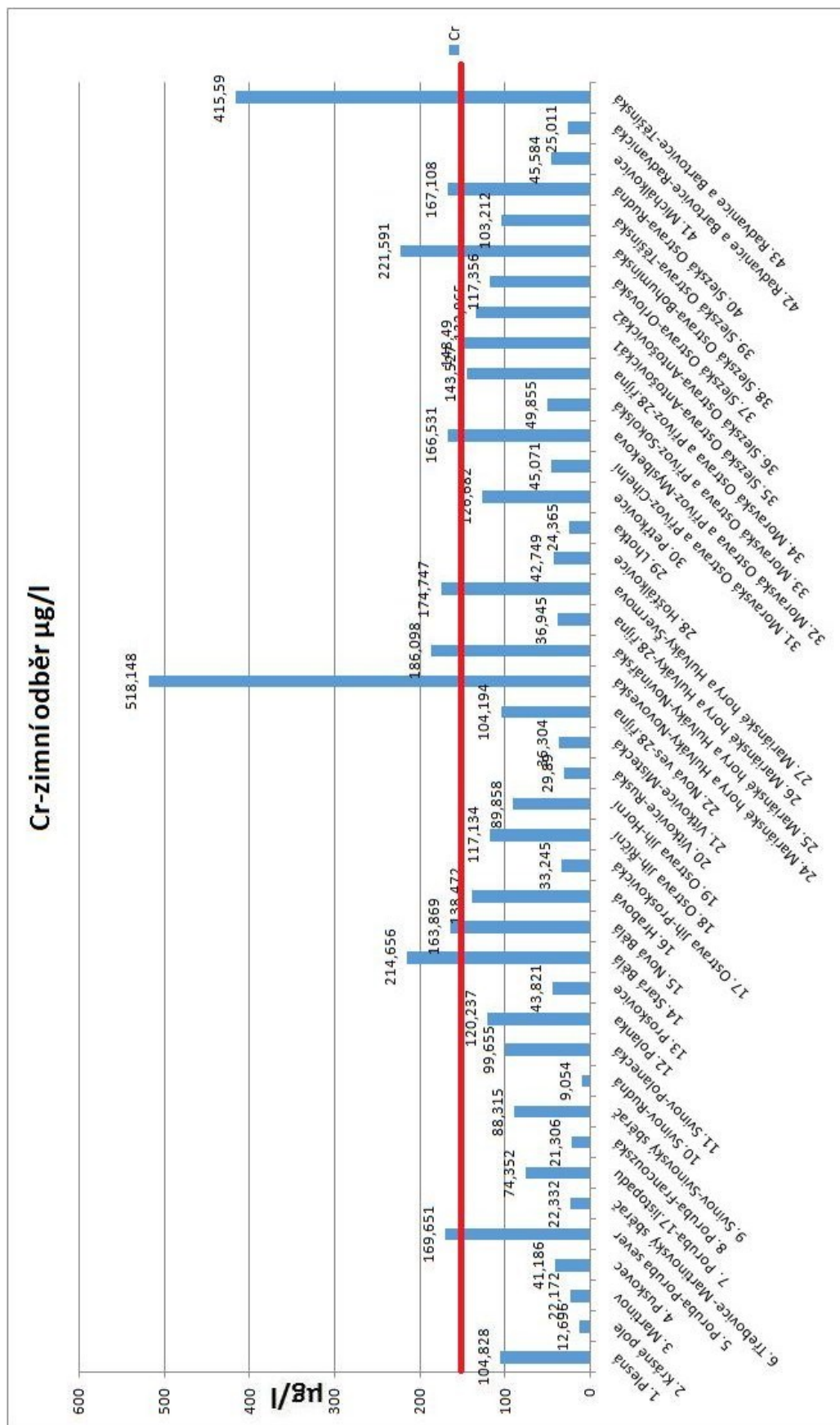


Obrázek 12:Mg-Zimní odběr

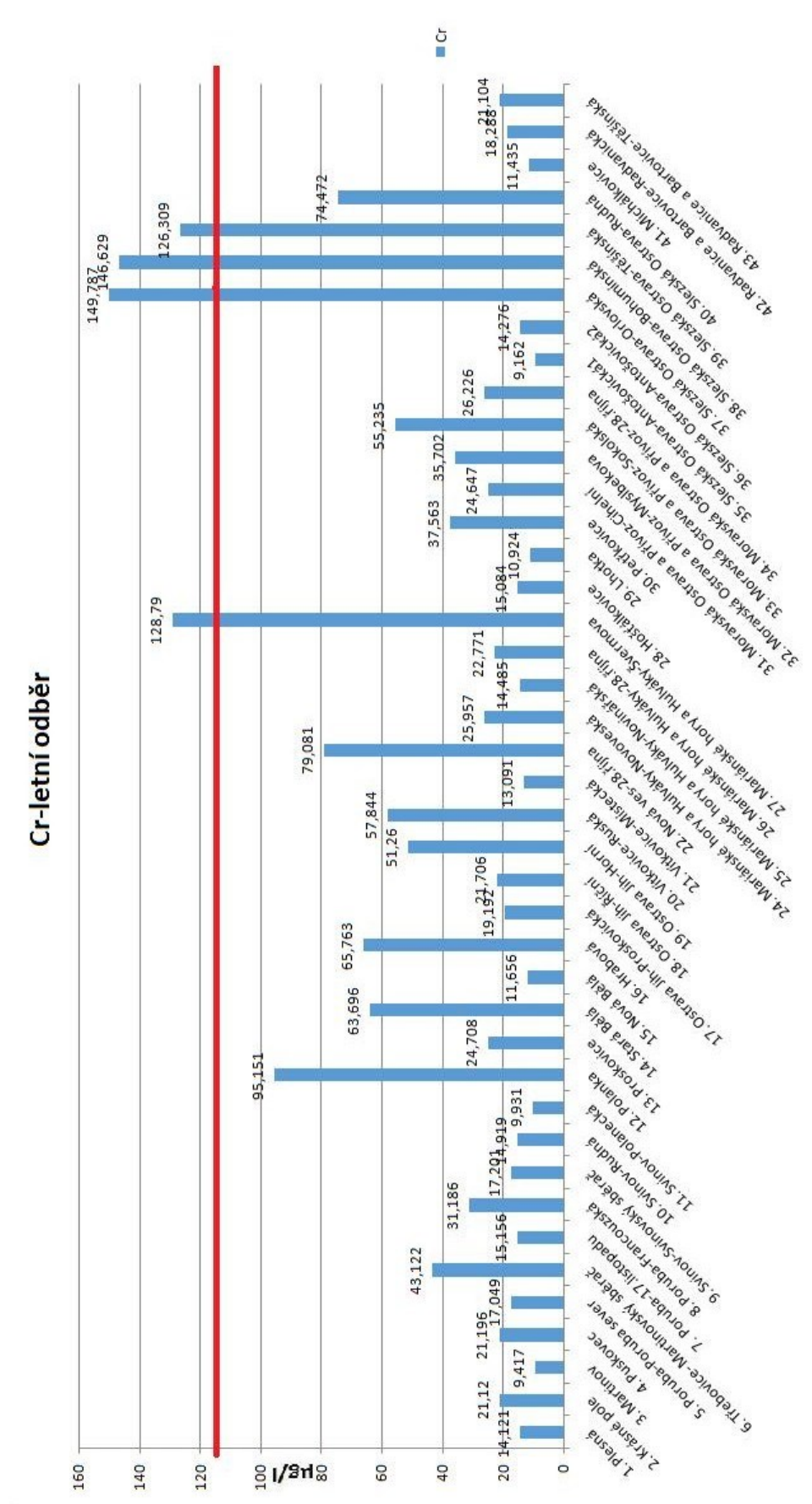
Mg-letní odběr



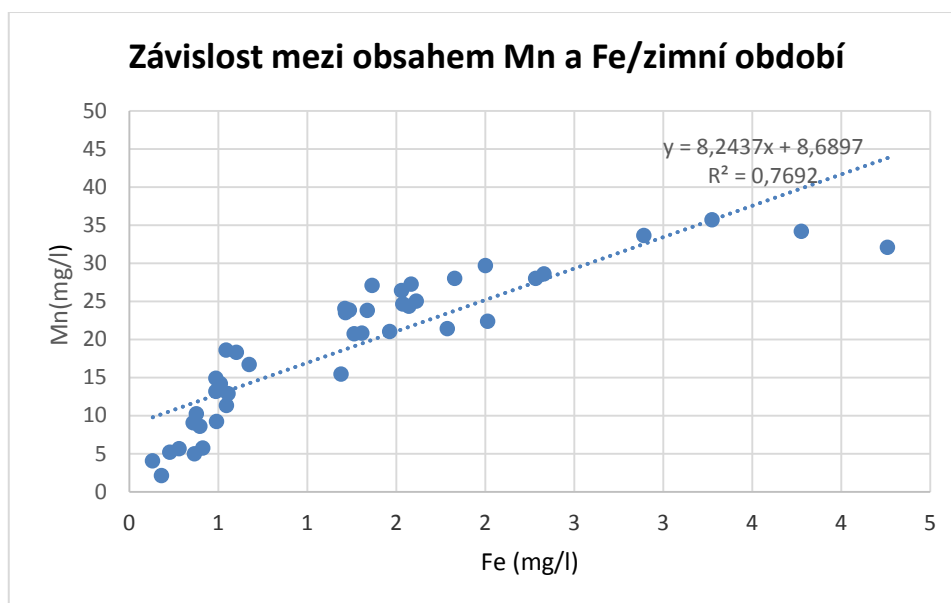
Obrázek 13:Mg-Letní odběr



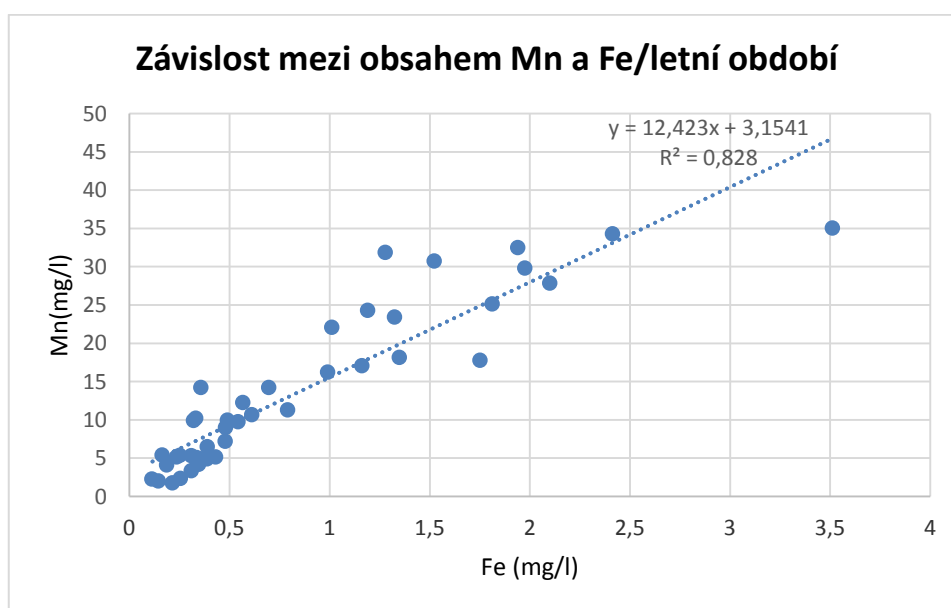
Obrázek 14:Cr-Zimní odběr



Obrázek 15:Cr-Letní odběr

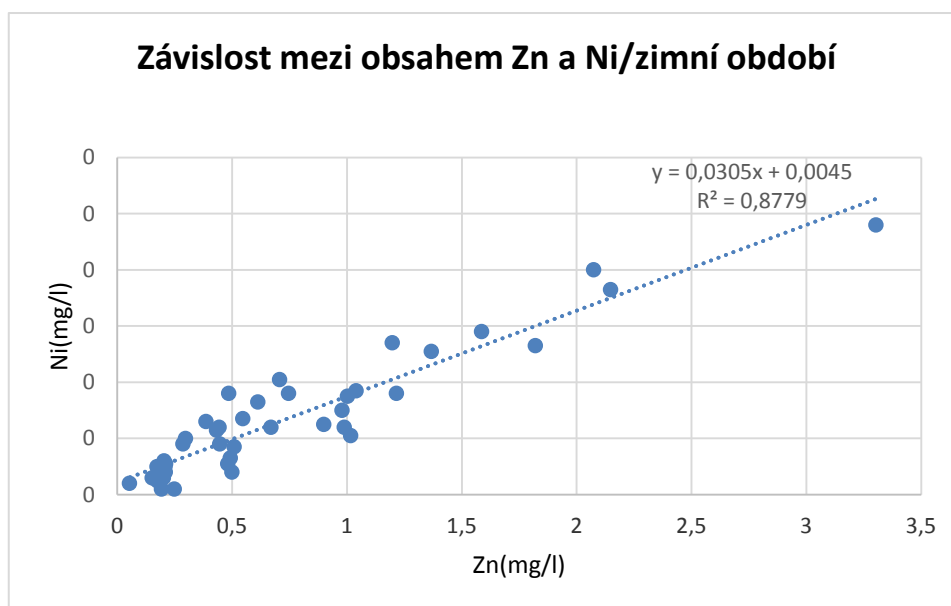


Obrázek 16: Závislost mezi obsahem Mn a Fe/zimní období

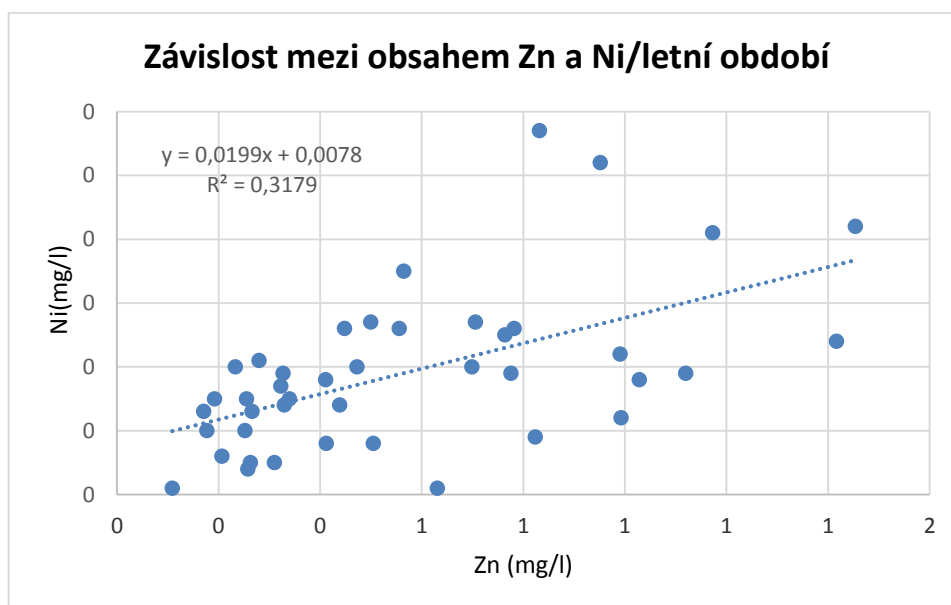


Obrázek 17: Závislost mezi obsahem Mn a Fe/letní období

Z obrázků č.16 a č.17 vyplývá, že zvýšený obsah železa je způsoben používáním posypových materiálů, a to převážně zdrsňujících jako jsou struska a škvára. Významným zdrojem železa v letních měsících je provoz motorových vozidel a emise z automobilové dopravy.



Obrázek 18: Závislost mezi obsahem Zn a Ni/zimní období



Obrázek 19: Závislost mezi obsahem Zn a Ni/letní období

Z obrázků č.18 a č.19 vyplývá, že zvýšený obsah niklu není způsoben posypovým materiálem, jelikož nadměrné hodnoty jsou u letního i zimního odběru. Domnívám se, že tyto zvýšené hodnoty jsou způsobeny automobilovou dopravou, protože nikl je přidáván v malém množství do benzínu i nafty. Minerální a kamenné materiály používané při stavbě silnic mohou také častokrát obsahovat Ni a Zn, které se poté uvolňují do životního prostředí z povrchu vozovky. Další možností uvolnění zinku do splachových vod je koroze pozinkované oceli, která tvoří svodidla, dopravní značení a sloupky veřejného osvětlení.[29]

Zhodnocení výsledků

V celkovém hodnocení nejhůře dopadlo odběrové místo č.24. Mariánské hory a Hulváky-Novoveská, na kterém byl překročen práh anomálie 7krát. V tomto odběrovém místě byl práh anomálie překročen u mědi, manganu, niklu, olova, zinku, chromu a arsenu. Zajímavé je, že všechna tato překročení byla pouze v zimním období. V letním období nebylo u tohoto místa překročení žádné. Tudíž se přikláním k tomu, že tato anomální překročení jsou způsobena především nevhodným posypovým materiálem.

Na pomyslném druhém místě jsou v počtu překročení prahu anomálie dvě místa. Opět jsou obě ze zimního odběru. Jsou to odběrová místa č.43. Radvanice a Bartovice-Těšínská a č.9. Svinov-Svinovský sběrač. U Radvanického kanálu byly anomální hodnoty přesaženy u chromu, arsenu, zinku, niklu a manganu, což je podobné jako u č.24. Zato u Svinovského sběrače to byl vápník, hořčík, chloridy, dusičnany a R.L.500°C.

Motorové oleje obsahují velké množství zinku. Spolu se zinkem obsahují některé oleje i sloučeniny kadmia, buď jako stabilizátory nebo jako nečistoty z technického zinku. U starších nebo špatně udržovaných automobilů dochází k vyhořívání zbytků motorových olejů ve válci motoru, čímž se zinek, kadmium a PCB rozprašují do okolí komunikací. [30]

Nejhůře ze vzorků odebraných v létě je na tom č.12.Polanka a č.37. Slezská Ostrava-Orlovská. Obě mají shodně 4 překročení prahu anomálie a také mají shodné tyto prvky: kobalt, mangan a nikl. Polanka má navíc železo a Slezská Ostrava chrom.

Nejčastějším prvkem, u kterého došlo k překročení anomální hodnoty je chrom. Polanka je okrajová část Ostravy a jelikož tam není doprava ani průmyslové zatížení na takové úrovni jako ve městě, myslím, že zvýšené hodnoty jsou způsobeny zemědělskou činností. Na komunikace se dostávají chemické přípravky z polí a také je tam častý výskyt technických vozidel (traktory, kombajny), které uvolňují větší množství škodlivých látek, nežli osobní automobil.

Srovnání hodnot s kanalizačním řádem

Ze stopových prvků dopadlo ve srovnání s kanalizačním řádem nejhůře železo, které překročilo přípustnou míru znečištění vyjma jednoho u všech odebraných vzorků.

Přípustná míra znečištění je 2 mg/l. Nejvyšší překročení a to až 17krát větší než je přípustná hodnota, bylo na odběrovém místě č.43.Radvanice a Bartovice-Těšínská.

Podobně jako železo je na tom i mangan, u kterého je překročena přípustá míra znečištění v létě u 30 a v zimě u 20 vzorků. Největší překročení je na odběrovém místě č.12 Polanka a to 7krát větší než je povolená hodnota. Tyto zvýšené hodnoty jsou způsobeny používáním zdrsňujících posypových materiálů za účelem zajištění sjízdnosti komunikací během zimního období. V Ostravě se používá především struska a škvára. Významným zdrojem železa je také provoz motorových vozidel, emise z automobilové dopravy a průmyslové emise. Tímto bych odůvodnil zvýšené hodnoty i v letních měsících. Pak jsou prvky, které překročily povolenou hodnotu jen v jednom období. Příkladem je olovo, které překročilo hranici 5krát a to jen u zimního odběru. Prvky jako kadmium, arsen, nikl a kobalt nepřekročilo přípustnou míru znečištění ani jednou.

Srovnání s nařízením vlády č. 61/2003 Sb., o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod.

Železo dopadlo ve srovnání s nařízením vlády č. 61/2003 Sb totožně jako při srovnání s kanalizačním řádem. Z dalších prvků došlo k překročení pouze ve čtyřech případech u mědi, po dvou u manganu a zinku, a jednou u chromu. Zajímavé ovšem je, že ze čtyř překročení u mědi byly dvě na stejném místě v zimě i létě. Tím místem je č.38.Slezská Ostrava-Bohumínská. Domnívám se, že se nachází v okolí původce zvýšeného výskytu mědi. Napadá mě například, že jsou v okolí měděné okapy či střecha.

Závěr

Cílem mé bakalářské práce bylo zjistit, které prvky překračují přípustné limity a snaha přijít na důvod tohoto převyšování u 43 odebraných vzorčků na území města Ostravy.

U každého prvku jsem si určil statistickou tabulku, která obsahovala minimální a maximální hodnotu, medián, směrodatnou odchylku a aritmetický průměr. S těmito tabulkami jsem následně pracoval při tvorbě grafů. První grafy obsahovaly látky, které překračovaly na nejvíce odběrových místech práh anomálních hodnot. Další grafy se zase zabývaly závislostí mezi zinkem a niklem a také mezi manganem a železem. Výsledky byly poté zhodnoceny a popsány. Místem s největším počtem překročených limitů bylo odběrové místo č.24.Mariánské hory a Hulváky-Novoveská. Domnívám se, že je to způsobeno nevhodným posypovým materiálem ale určitý podíl na tom má i skutečnost, že se v blízkosti nachází průmyslová oblast a také tudy vede tramvajová doprava a auta tudíž musí před každou zastávkou zastavit a následně se zase rozjíždět, což je pro únik škodlivin na komunikaci ideální.

Na odběrových místech byl také nadlimit kadmia a zinku, což jsem odůvodnil tím, že jelikož se obě tyto látky přidávají do benzínu i nafty, dochází tím k jejich úniku na komunikace.

Posledním zvýšeným stopovým prvkem, který se častokrát vyskytoval nad limitní hranicí, hlavně v porovnání s kanalizačním řádem a nařízením vlády č. 61/2003 Sb., o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod, bylo železo. Jeho výskyt by se dal vysvětlit nevhodným posypovým materiálem. Železo je totiž obsaženo ve strusce i škváře, které se u nás hojně používají.

Seznam použité literatury

- [1] WEISSMANNOVÁ, Hana. *Ostravsko*. Vyd. 1. Praha: Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, 2004, 454 s. ISBN 80-860-6467-0.
- [2] Charakteristika okresu Ostrava-město. Krajská správa [online]. 2012 [cit. 2014-04-10]. Dostupné z: http://www.czso.cz/xt/redakce.nsf/i/charakteristika_okresu_ostrava_mesto
- [3] STRÁNSKÝ, David. *Srážkové vody a urbanizace krajiny: TP 1.20.1 : technická pomůcka k činnosti autorizovaných osob*. 1. vyd. Praha: Pro Českou komoru autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě vydává Informační centrum ČKAIT, 2012, 71 s. Metodické a technické pomůcky k činnosti autorizovaných osob. ISBN 978-80-87438-28-2.
- [4] Tzbinfo. *Dešťová voda* [online]. 2012 [cit. 2014-04-10]. Dostupné z: <http://voda.tzb-info.cz/destova-voda>
- [5] FIELD R., MASTERS H. and Singer M (1982) *An overview of porous pavement research*. Water Resour. Bull. 18 (2) 265–270.
- [6] ZHAO, Yao a Chen ZHAO. *Water S.A: Lead and zinc removal with storage period in porous asphalt pavement*. China: College of Civil Engineering, 2014.s.65-72. ISSN 1816-7950.
- [7] Lee J.Y., Kim H., Kim Y. and Ham. M.Y. (2011) *Characteristics of the event mean concentration (EMC) from rainfall runoff on an urban highway*. Environ. Pollut. 159 884–888.
- [8] NEHASIL, Ondřej. *Proč se musí dešťová voda zadržovat v místě spadu?* [online]. 2012 [cit. 2014-04-10]. Dostupné z: <http://voda.tzb-info.cz/8687-proc-se-musi-destova-voda-zadrzovat-v-miste-spadu>
- [9] *Služby provozu kanalizační sítě: Vysvětlení některých základních pojmů* [online]. 2012 [cit. 2014-04-10]. Dostupné z: <http://www.ovak.cz/index.php?structure=104&lang=1>
- [10] Kanalizace: *Kanalizační systém je tvořen potrubní sítí, která sbírá a dopravuje odpadní a přívalovou vodu do čistírny odpadních vod nebo k recipientům odpadních vod*. [online]. 2013 [cit. 2014-04-10]. Dostupné z: http://cbs.grundfos.com/GCZ_Czech_Republic/lexica/WW_Sewer_system.html#-
- [11] HORKÝ, Filip a Dalibor DVOŘÁK. *Odvodnění pozemních komunikací: Technické podmínky*. Ministerstvo dopravy, Odbor pozemních komunikací. 2014, 60 s.

- [12] PÍREK, Oldřich. *Hospodaření se srážkovými vodami (hdv) - tnv 75 9011* [online]. 2012 [cit. 2014-04-15]. Dostupné z: <http://www.asio.cz/cz/99.hospodareni-se-srazkovymi-vodami-hdv-tnv-75-9011>
- [13] KREJČÍ, Vladimír. *Odvodnění urbanizovaných území - koncepční přístup*. Vyd. 1. Brno: Noel 2000, 2002, 562 s. ISBN 80-860-2039-8.
- [14] NOVÁK, Lukáš a David STRÁNSKÝ. ZELENÁ INFRASTRUKTURA-VODOHOSPODÁŘSKÉ, SOCIÁLNÍ, ZDRAVOTNÍ A EKONOMICKÉ PŘÍNOSY. *Hospodaření s dešťovými vodami ve městech a obcích*. Brno: ARDEC s.r.o., 2009, s. 21-34. ISBN 80-86020-62-2.
- [15] MASON, Y., AMMANN, A.A., ULRICH, A., SIGG, L., 1999. *Behaviour of heavy metals, nutrients, and major components during roof runoff infiltration*. Environ. Sci. Technol. 33, 1588–1597.
- [16] CZEMIEL Berndtsson J., BENGTSSON L. a JINNO K. (2009): *Runoff water quality from intensive and extensive vegetated roofs*. Ecological Engineering, vol. 35, s. 369-380.
- [17] Kanalizační řád. Ostrava, 2009. Dostupné z: http://www.ovak.cz/files_for_web/dok_kanalrad-2-1.pdf
- [18] FUKSA, Josef, Alena KRISTOVÁ, Tomáš MIČANÍK, Hana PRCHALOVÁ a Tomáš VYSKOČ. *Nebezpečné látky: Nepřímé hodnocení dopadů na vodní útvary povrchových vod*. Praha 2004.
- [19] HLAVÍNEK, Petr a Petr PRAX. *Hospodaření s dešťovými vodami v urbanizovaném území*. 1. vyd. Editor Jiří Kubík. Brno: Ardec, c2007, 164 s. ISBN 80-86020-55-x.
- [20] DOHNAL, Radomír. *Vlastnosti a zdroje vody: Kvalita srážkové vody využívané k závlahám v ČR* [online]. 2012 [cit. 2014-04-15]. Dostupné z: <http://voda.tzb-info.cz/vlastnosti-a-zdroje-vody/8975-kvalita-srazkove-vody-vyuzivane-k-zavlaham-v-cr>
- [21] *Informace o kvalitě ovzduší v ČR* [online]. 2012 [cit. 2014-04-15]. Dostupné z: http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/tab_roc/2011_enh/precipitation_locality/mp_TOPOF_CZ.html
- [22] TRÁVNÍČKOVÁ, Eva. *Vliv zimního chemického ošetření silnic na mikrobiální společenstvo okolních půd*. Brno, 2011. Dostupné z: http://is.muni.cz/th/211538/prif_m/DP.pdf. Diplomová práce. Masarykova univerzita. Vedoucí práce Jakub Hofman
- [23] *Materiál vhodný k zimnímu posypu* [online]. 2003 [cit. 2014-04-15]. Dostupné z: <http://www.enviweb.cz/clanek/obecne/45627/material-vhodny-k-zimnimu-posypu>

- [24] MELCHER, Karel. *Posypové materiály pro zimní údržbu komunikací v ČR a v zemích EU* [online]. 2001 [cit. 2014-04-15]. Dostupné z: <http://ekolist.cz/cz/zelenadomacnost/zpravy-zd/posypove-materialy-pro-zimni-udrzbu-komunikaci-v-cr-a-v-zemich-eu>
- [25] JANKŮ, Vítězslav. *Posypové látky pro zimní údržbu silnic, operační plán zimní údržby silnic v okrese Trutnov*. Pardubice, 2003. Dostupné z: http://is.muni.cz/th/211538/prif_m/DP.pdf. Semestrální práce. Univerzita Pardubice-Dopravní fakulta Jana Pernera
- [26] RAMAKRISHNA, Devikarani M. a Thiruvengkatachari VIRARAGHAVAN. *Environmental Impact of Chemical Deicers – A Review. Water, air and soil pollution* 166. 2005,
- [27] PAVLÍČEK, Vladimír. Rizikové prvky v atmosferických srážkách na severní Moravě a ve Slezsku. *Vlastivědné listy Slezska a Severní Moravy*. Matice slezská. Opava, 2001, roč. 27, 1,2, s. 42-43.
- [28] *Seznam technických norem: Vodní hospodářství, kvalita půdy, odpadové hospodářství* [online]. 2014 [cit. 2014-04-28]. Dostupné z: http://eagri.cz/public/web/file/104404/Seznam_norem_01_2014__2_.pdf
- [29] Yuen J.O., Olin P.H., Lim H.S., Benner S.G., Sutherland R.A., Ziegler A.D. (2012): *Accumulation of potentially toxic elements in road deposited sediments in residential and light industrial neighborhoods of Singapore*. Journal of Environmental Management. V.101, 151-163.
- [30] Ministerstvo dopravy a spojů ČR (2002): *Technické podmínky 116: Použití ovoce, trávy a zeminy ze silničních pozemků*. 2. vyd. Brno: IMOS Brno a.s., DSV, 77 s.

Seznam použitých tabulek

[1] VOŽENÍLEK, Vít. *Atlas podnebí Česka: Climate atlas of Czechia*. 1. vyd. Praha: Český hydrometeorologický ústav, 2007, 255 s. ISBN 978-80-86690-26-1.

[2] Kanalizační řád. Ostrava, 2009. Dostupné z:

http://www.ovak.cz/files_for_web/dok_kanalrad-2-1.pdf

Seznam tabulek

Tabulka 1: Průměrné teploty vzduchu [1]	3
Tabulka 2: Průměrné úhrny srážek [1]	3
Tabulka 3: Přípustné limity znečištění vod vypouštěných do kanalizace pro veřejnou potřebu Ostrava [2]	14
Tabulka 4: Kationty a anionty ve splachu z komunikací – zimní odběr	23
Tabulka 5: Kationty a anionty ve splachu z komunikací – letní odběr	24
Tabulka 6: Stopové prvky ve splachu z komunikací – zimní odběr	25
Tabulka 7: Stopové prvky ve splachu z komunikací – letní odběr	26
Tabulka 8: Koncentrace chloridů ve splachu z komunikací	27
Tabulka 9: Koncentrace dusitanů ve splachu z komunikací	27
Tabulka 10: Koncentrace dusičnanů ve splachu z komunikací	27
Tabulka 11: Koncentrace fosforečnanů ve splachu z komunikací	27
Tabulka 12: Koncentrace síranů ve splachu z komunikací	28
Tabulka 13: Koncentrace amonných iontů ve splachu z komunikací	28
Tabulka 14: Koncentrace vápníku ve splachu z komunikací	28
Tabulka 15: Koncentrace hořčíku ve splachu z komunikací	28
Tabulka 16: Koncentrace R.L.550°C ve splachu z komunikací	29
Tabulka 17: Stopové prvky kadmia ve splachu z komunikací	29
Tabulka 18: Stopové prvky kobaltu ve splachu z komunikací	29
Tabulka 19: Stopové prvky mědi ve splachu z komunikací	29
Tabulka 20: Stopové prvky železa ve splachu z komunikací	30
Tabulka 21: Stopové prvky manganu ve splachu z komunikací	30
Tabulka 22: Stopové prvky niklu ve splachu z komunikací	30
Tabulka 23: Stopové prvky olova ve splachu z komunikací	30
Tabulka 24: Stopové prvky zinku ve splachu z komunikací	31
Tabulka 25: Stopové prvky arsenu ve splachu z komunikací	31
Tabulka 26: Stopové prvky chromu ve splachu z komunikací	31

Seznam použitých obrázků

- [1] http://www.pod.cz/plan-oblasti-povodi-Odry/a-popis/mapy/ma_1_8a.jpg
- [2] http://cbs.grundfos.com/GCZ_Czech_Republic/lexica/WW_Sewer_system.html#-
- [3] <http://www.asio.cz/cz/99.hospodareni-se-srazkovymi-vodami-hdv-tnv-75-9011>
- [4] Ing. David Stránský, Ph.D. Přírodně blízké hospodaření se srážkovými vodami na stavebním pozemku a jeho důsledky pro územní plánování, Fakulta architektury ČVUT v Praze, Praha, 2013
- [5] <http://www.tzb-info.cz/5609-zelene-strechy-central-park-praha-patri-k-nejvetsim-ve-stredni-evrope>
- [6] <http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/ruzne/vystava/CISTOTA/8.pdf>
- [7] Vysoká škola logistiky o.p.s. BAKALÁŘSKÁ PRÁCE. Údržba pozemních komunikací, Přerov, duben 2011, Lukáš Valašík

Seznam obrázků

Obrázek 1: Průměrný roční úhrn srážek [1]	3
Obrázek 2: Oddělený splaškový a srážkový kanalizační systém [2]	6
Obrázek 3: Kombinovaný kanalizační systém [2]	6
Obrázek 4: Vsakovací průleh s povrchovým přívidem vody [3]	7
Obrázek 5: Vsakovací průleh-rýha v horninovém prostředí s nedostatečným vsakovacím výkonem [3]	8
Obrázek 6: Vsakovací rýha s povrchovým plošným přítokem [3]	9
Obrázek 7: Dopad srážek na zemský povrch [4]	9
Obrázek 8: Zelené, vegetační střechy [5]	11
Obrázek 9: Pluviokoletor na odběr dešťových srážek [6]	16
Obrázek 10: Spotřeba posypových materiálů v ČR [7]	19
Obrázek 11: Mapa odběrových míst	22
Obrázek 12: Mg-Zimní odběr	32
Obrázek 13: Mg-Letní odběr	33
Obrázek 14: Cr-Zimní odběr	34
Obrázek 15: Cr-Letní odběr	35
Obrázek 16: Závislost mezi obsahem Mn a Fe/zimní období	36
Obrázek 17: Závislost mezi obsahem Mn a Fe/letní období	36
Obrázek 18: Závislost mezi obsahem Zn a Ni/zimní období	37
Obrázek 19: Závislost mezi obsahem Zn a Ni/letní období	37